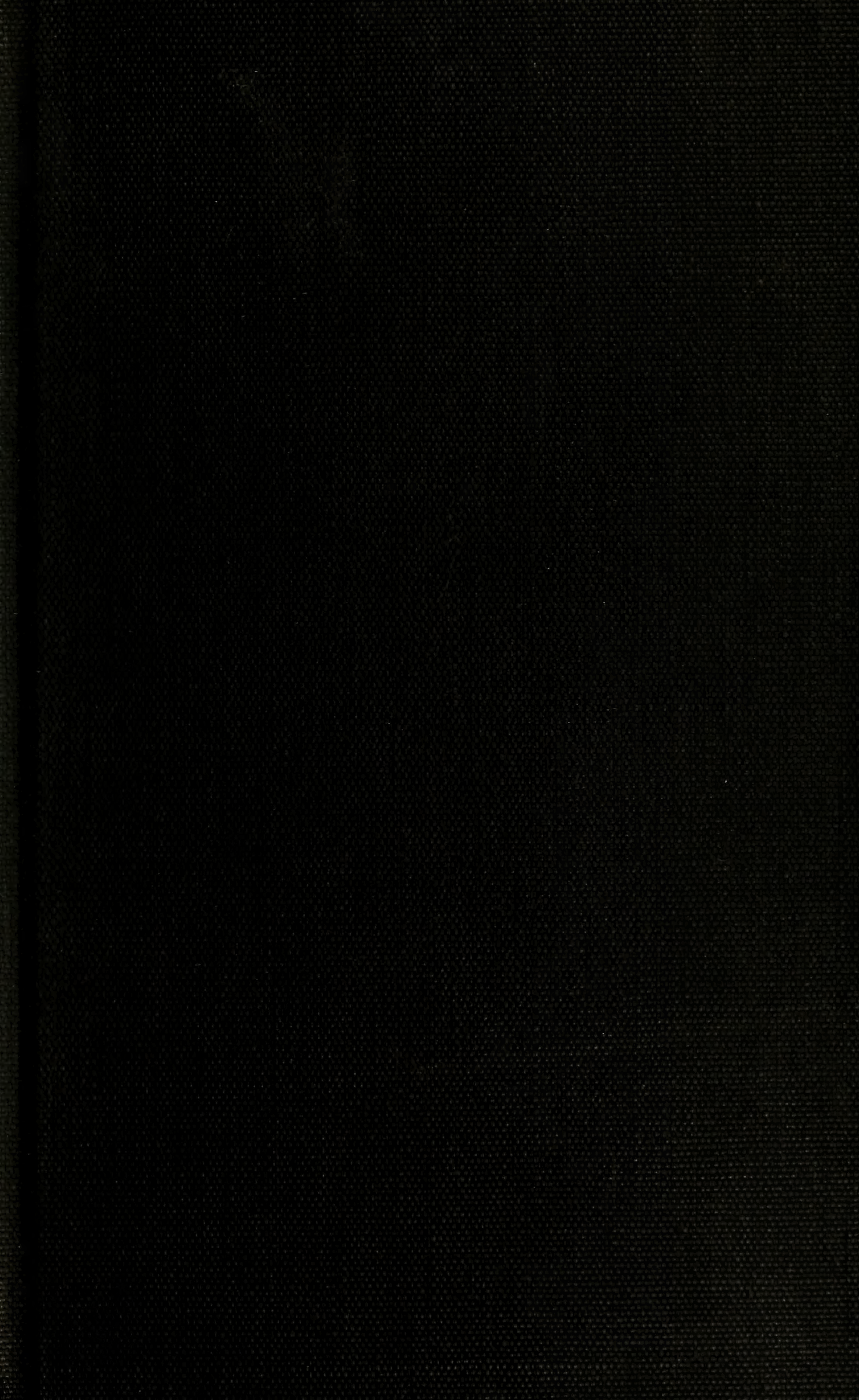
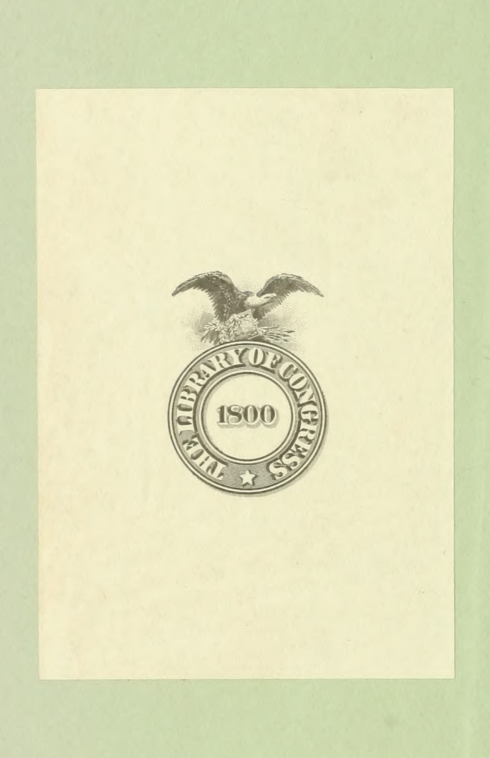
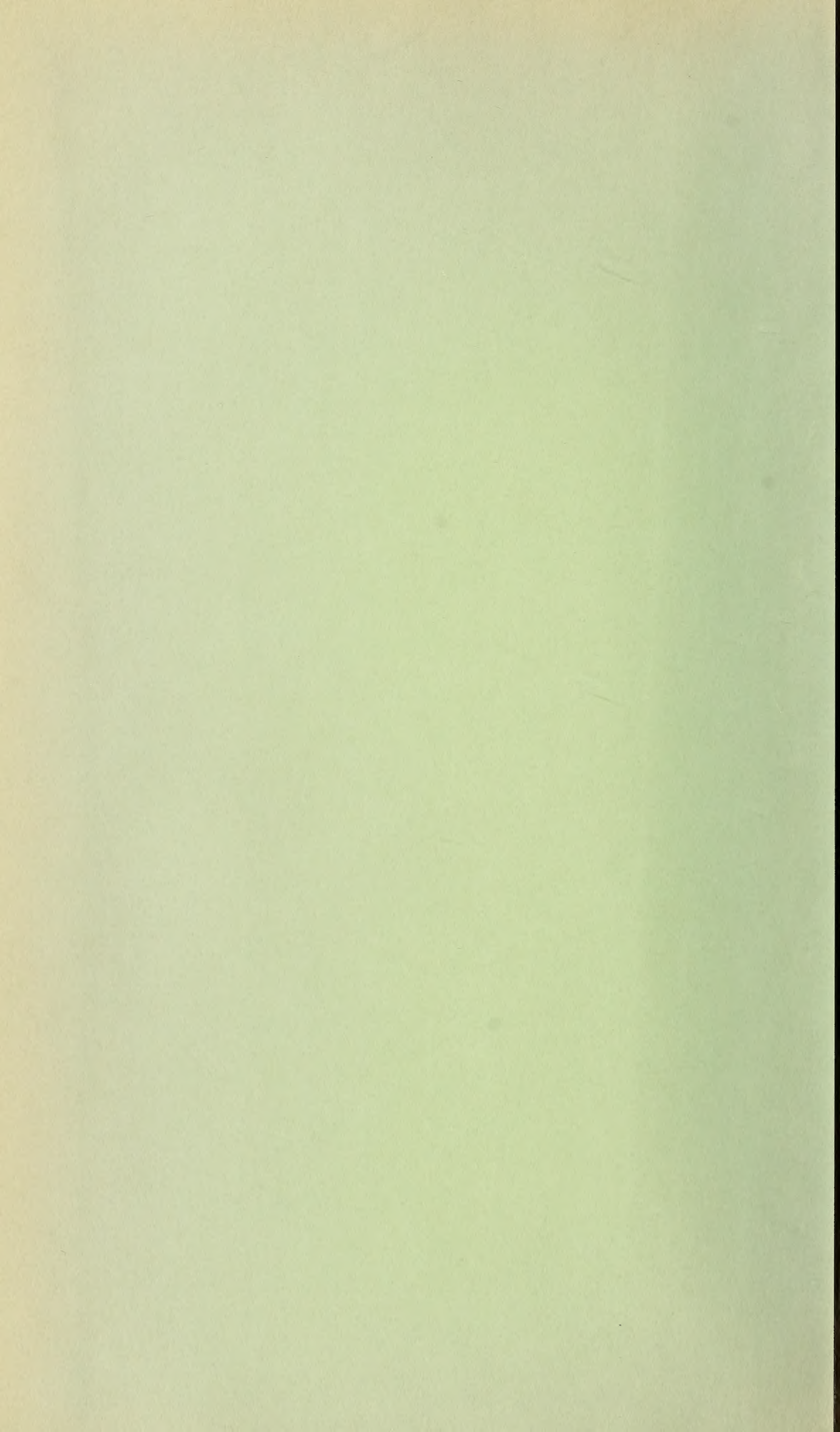
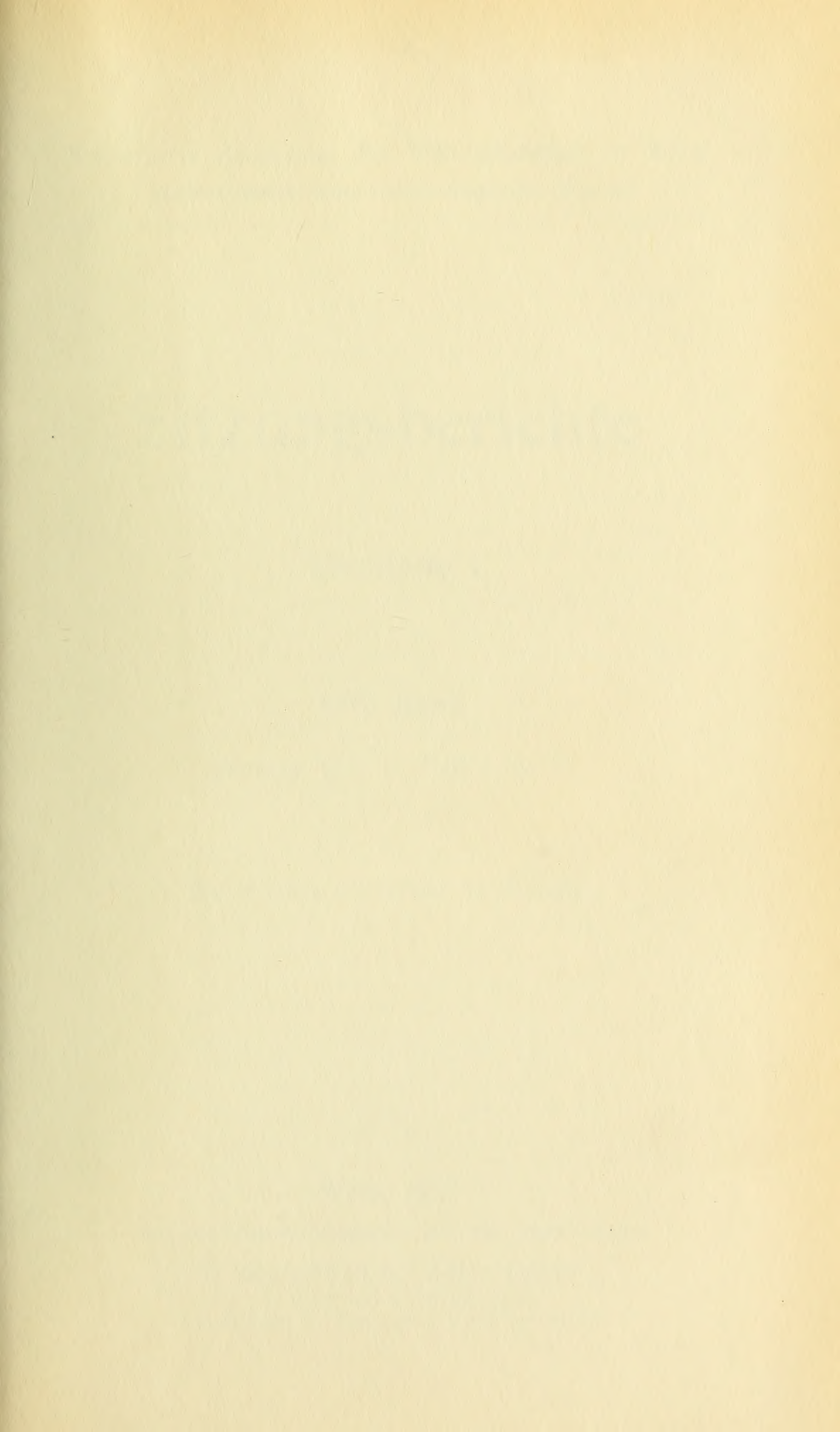












Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

126. Band

Jahrgang 1917 — Heft 1 bis 10

(Mit 29 Tafeln, 1 Karte und 148 Textfiguren)

Wien, 1917

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei

In Kommission bei Alfred Hölder

k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler

Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

W. Stks.

Inhalt

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 1. Heft

(Mit 3 Tafeln und 18 Textfiguren)



Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 1. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 1. Heft



Über das Treiben von Wurzeln

Von

Hans Molisch
w. M. k. Akad.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.
Nr. 100 der zweiten Folge

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Jänner 1917)

I.

Die Ruheperiode der Pflanze steht gegenwärtig im Vordergrunde des Interesses. In den letzten zwei bis drei Dezennien sind mehrere ausgezeichnete Mittel bekannt geworden, durch die die Ruheperiode der Knospen aufgehoben werden kann, so daß sie zu ganz ungewohnten Zeiten zum Austreiben gebracht werden können.

Da ich die Literatur dieses Gegenstandes schon zu wiederholten Malen berührt habe[1] und da erst vor kurzem zusammenfassende Berichte von Kniep[2] und Lakon[3] darüber erschienen sind, so sei darauf verwiesen.

Auffallenderweise hat man dabei ausschließlich die Ruheperiode und das Treiben der Blatt- und Blütenknospen in Betracht gezogen, das Treiben der Wurzeln aber wurde bisher meines Wissens noch nie untersucht, ja die Frage, ob sich die Wurzeln auch treiben lassen, wurde überhaupt noch nie gestellt.

---

[1] Molisch H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena 1916, p. 160—174.

[2] Kniep H., Über rhythmische Lebensvorgänge bei den Pflanzen. Sammelref., Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg, 1915, 23 S.

[3] Lakon S., Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Ztbl., 1915, p. 401—471.

Die Periodizität der Wurzelbildung bei ausdauernden Gewächsen ist noch wenig erforscht; es ist dies auch nur zu begreiflich, da die Beobachtung der gewöhnlich in der Erde befindlichen Wurzeln Schwierigkeiten darbietet. Die Resultate, zu denen verschiedene Forscher (Resa, Wieler, Rimbach, Büsgen, Hämmerle und A. Engler[1]) bezüglich der Periodizität der Wurzeln gelangten, sind sogar in den Hauptpunkten keineswegs übereinstimmend. Nur soviel scheint mit einiger Sicherheit hervorzugehen, daß viele Wurzeln schon im März mit ihrem Wachstum beginnen und es dann bis in den November oder Dezember fortsetzen. Im Nachsommer dürfte eine Verzögerung des Wachstums, aber kein völliger Stillstand platzgreifen. Aus den Beobachtungen, die bis heute vorliegen, geht aber nicht hervor, ob den Wurzeln überhaupt eine freiwillige Ruhe zukommt oder ob sie im Winter nur deshalb nicht wachsen, weil sie ungünstigen Wachstumsbedingungen, vor allem, weil sie in unseren Breiten niederer Temperatur ausgesetzt sind. Würde sich z. B. herausstellen, daß Zweige, die leicht Adventivwurzeln bilden, im Herbst oder Winter diese Neigung trotz günstiger Wachstumsfaktoren nicht bekunden, wohl aber, wenn sie dem Warmbad[2] oder dem Rauch ausgesetzt worden waren, so würde dies entschieden für eine freiwillige Ruhe sprechen. Solche Versuche habe ich schon vor zehn Jahren mit dem Warmbad gemacht, aber erst im Herbst und Winter 1916/17 wurden sie in größerer Zahl und mit verschiedenen Pflanzen systematisch durchgeführt.

Bezüglich der Methodik sei folgendes hervorgehoben: Zu den Versuchen dienten ausschließlich frisch abgeschnittene ein- bis dreijährige Zweige von solchen Gehölzen, die im feuchten Raume leicht Adventivwurzeln bilden. Dazu gehören nach meinen und anderen Erfahrungen *Salix*-, *Populus*-Arten, *Philadelphus coronarius*, *Viburnum opulus* und, wenn auch weniger gut, *Forsythia suspensa*. Überrascht war ich von der Wurzelbildung von *Viburnum opulus*, weil hier die Wurzeln

---

[1] Jost L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Jena 1908, p. 421.

[2] Molisch H., Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena 1909, p. 4.

knapp unter den Knospen, und zwar auch unter den Terminalknospen hervorkommen (Fig. 4).

Die Zahl der Stoffe, die ruhende Knospen zum raschen Austreiben veranlassen können und die ich kurz als »Treibstoffe«[1] bezeichnet habe, ist bereits eine verhältnismäßig große. In meinen Versuchen wurde entweder warmes Wasser oder Rauch von Tabak oder Papier angewendet. Die Warmbad-[2] und Rauchmethode[3] war ganz dieselbe, wie ich sie in meinen einschlägigen Abhandlungen beschrieben habe. Nach der Behandlung mit Rauch wurden die Zweige 1 bis 2 Stunden an die frische Luft ins Freie gebracht und dann zumeist im feuchten Warmhause im Licht bei einer Temperatur von 12 bis 20°, manchmal auch im Thermostaten bei etwa 25° C. unter Glasstürzen im Finstern aufgestellt. Die Resultate waren im Gewächshause gewöhnlich auffallender, da hohe Temperatur und Lichtabschluß im Thermostaten den Einfluß des Bades oder Rauches, weil im gleichen Sinne wirkend, einigermaßen verschleiern.

II. Versuche.

1. Versuch.

Philadelphus coronarius.

Am 23. August 1916 wurden beblätterte Zweige 24 Stunden im Rauch belassen. Es wurden zwei Bündel I und II zu je drei Zweigen verwendet.

Bündel I wurde nicht dem Rauche ausgesetzt (Kontrollversuch).

Bündel II wurde 24 Stunden im Tabakrauche belassen.

Nachher wurden die Zweige, in Wassergläsern unbedeckt stehend, im Warmhause am Lichte weiter kultiviert. Am 1. Oktober war der Unterschied auffallend. Die Rauchsprosse, die, nebenbei bemerkt, ihre Blätter viel früher verloren hatten

---

[1] Molisch H., Über das Treiben ruhender Pflanzen mit Rauch. Diese Sitzungsber., Abt. I, 125. Bd., p. 157.

[2] Molisch H., l. c., p. 143.

[3] Molisch H., l. c., p. 13—18.

als die Kontrollsprosse, hatten oberhalb des Wassers einen ganzen Pelz von Wurzeln gebildet, während die Kontrollsprosse keine oder nur wenige ganz kurze Wurzeln erzeugt hatten (Fig. 1).

Aus diesem Versuche geht hervor, daß der Rauch schon zu einer Zeit, wenn die Blätter noch fest am Sprosse sitzen, das Austreiben der Wurzeln in hohem Grade beschleunigt.

2. Versuch.

Philadelphus coronarius.

13. X. 1916. Drei Bündel (I bis III) zu je drei Zweigen wurden verwendet.

Bündel I diente als Kontrolle.

Bündel II wurde 48 Stunden Papierrauch ausgesetzt.

Bündel III wurde 48 Stunden Tabakrauch ausgesetzt.

Nachher wurden alle Zweige im Warmhause am Lichte weiter kultiviert.

6. XI. 1916. Inzwischen waren alle Blätter abgefallen. Bei II und III früher als bei I.

Bei II und III kommen oberhalb des Wasserspiegels zahlreiche Wurzeln hervor, bei I nur wenige.

17. XI. 1916. Bei allen Zweigen haben sich zahlreiche Wurzeln entwickelt, bei II und III sind sie länger. Der Unterschied in der Wurzelentwicklung zwischen den Kontroll- und Rauchzweigen war zwar noch immer zu sehen, aber er war doch nicht so deutlich wie bei Versuch 1, wahrscheinlich weil die Ruheperiode schon im Ausklingen begriffen war, denn die Knospen der Kontrollzweige hatten auch schon ausgetrieben.

3. Versuch.

Salix sp.

Am 1. November 1908 wurden Zweige der Weide im Wasser von 30° durch 12 Stunden gebadet und dann im Warmhause, diffus beleuchtet, aufgestellt. Nach 14 Tagen hatten die gebadeten Zweige, im Wasser stehend, zahlreiche

lange Wurzeln gebildet, während die ungebadeten Kontrollzweige noch keine Wurzeln getrieben oder die Wurzelspitzen eben erst nach dem Durchbruch der Rinde hatten erscheinen lassen (Fig. 2).

4. Versuch.

Salix sp. und *Philadelphus coronarius*.

11. XI. 1916. Ein- bis zweijährige Zweige von 35 *cm* Länge wurden 12 Stunden in Wasser von 30° C. gebadet. Während des Bades waren sie vollständig untergetaucht. Die Kontrollzweige genossen während dieser Zeit dieselbe Temperatur, blieben aber in feuchter Luft. Nachher wurden beide Bündel (I und II) in großen Glaszylindern so untergebracht, daß nur das basale Ende im Wasser war, der übrige Teil des Zweiges befand sich in feuchter Luft. Die Glaszylinder waren mit Glasplatten zugedeckt. Die Temperatur war 15 bis 18° C., die Beleuchtung mäßig.

23. XI. 1916.

Bündel I, nicht gebadet. Kein Treiben.

Bündel II, gebadet. Es haben sich zahlreiche, $^1/_2$ bis 3 *cm* lange Adventivwurzeln gebildet, auch die Laub- und Blütenknospen treiben.

7. XII. 1916.

Bündel I, nicht gebadet. Weder Knospen noch Wurzeln treiben.

Bündel II. Die Zweige haben 5 bis 10 *cm* lange Laubtriebe und reichlich 3 bis 7 *cm* lange Wurzeln gebildet.

Aus diesem Versuch geht deutlich hervor, daß das Warmbad nicht bloß die Knospen, sondern auch das Treiben der Wurzeln in hohem Grade beeinflußt.

Derselbe Versuch wurde auch gleichzeitig mit *Philadelphus coronarius* gemacht und gab gleichfalls ein positives Resultat. Die gebadeten Zweige trieben nach vier Wochen Knospen und Wurzeln, die ungebadeten aber nicht.

Wurden die Versuche mit der Weide in der zweiten Hälfte Dezember oder später gemacht, so zeigt sich kein deutlicher Unterschied mehr zwischen gebadeten oder geräucherten Zweigen, da die Ruheperiode für die Knospen und Wurzeln schon vorüber ist.

5. Versuch.

Populus nigra.

Am 26. Oktober 1916 wurden drei Bündel (I bis III) von je zwei Zweigen dem Versuche unterworfen.

Bündel I diente zur Kontrolle.

Bündel II wurde durch 24 Stunden dem Papierrauch ausgesetzt.

Bündel III wurde durch 24 Stunden dem Tabakrauch ausgesetzt.

Alle Zweige standen während der 24stündigen Rauchwirkung im finsteren Thermostaten (28°), wurden dann im Freien durch 1 Stunde gelüftet und kamen dann wieder in den Thermostaten. Hier standen sie unter Glasstürzen, die mit Wasser abgesperrt waren.

31. X. Alle Blätter waren abgefallen, bei II und III auch einzelne Knospen. Auf den am Sprosse zurückbleibenden Blatt- und Knospennarben bilden die Zellen der Trennungsschichte einen mehlartigen Belag.

7. XI.

I unverändert.
II zahlreiche Wurzeln bereits 2 bis 5 *mm* lang.
III zahlreiche Wurzeln bereits 2 bis 3 *cm* lang.

10. XI.

I unverändert.
II zahlreiche Wurzeln schon 1 *cm* lang.
III zahlreiche Wurzeln schon 3 bis 5 *cm* lang.
Bei II und III trieben auch schon die Knospen.

Je zwei Zweige von I und III wurden jetzt photographiert (Fig. 3). Nach 3 Tagen kamen auch bei I Wurzeln zum Vorschein.

18. XI. Die Rauchzweige (II und III) hatten inzwischen auch ihre Blatt- und Blütenknospen ausgetrieben, während die Kontrollzweige noch kein Treiben zeigten. Auch bezüglich des Wurzeltreibens war der Unterschied zwischen Kontroll- und Rauchzweigen in die Augen springend.

Bei Wiederholung der Versuche zeigte sich mit wenigen Ausnahmen dasselbe, auch war die Lentizellenwucherung der geräucherten oder gebadeten Zweige stärker als die der Kontrollexemplare.

6. Versuch.

Viburnum opulus.

Die Sprosse dieser Pflanze eignen sich in vorzüglicher Weise für unsere Versuche, da sie die interessante Eigentümlichkeit haben, im feuchten Raume knapp unter den Blattknospen reichlich Wurzeln zu bilden.[1]

2. XI. 1916. Drei Bündel I bis III zu je drei Zweigen.

Bündel I diente als Kontrolle.
Bündel II wurde 24 Stunden Papierrauch ausgesetzt.
Bündel III wurde 6 Stunden Tabakrauch ausgesetzt.
Nachher wurden die Zweige im Warmhause im Lichte weiter kultiviert.

17. XI. 1916.

Bündel I keine Wurzeln.
Bündel II mehrere Wurzeln, $^1/_4$ bis $^1/_2$ *cm* lang.
Bündel III mehrere Wurzeln, $^1/_4$ bis 1 *cm* lang.

18. XII. 1916.

Bündel I keine Wurzeln, Knospen treiben nicht.
Bündel II viele 2 bis 4 *cm* lange Wurzeln, Knospen treiben.

---

[1] *Viburnum lantana* zeigt diese Eigentümlichkeit nicht.

Bündel III mehrere 1 bis 2 *cm* lange Wurzeln, Knospen treiben.

Die Fig. 4 zeigt den Unterschied zwischen I und II.

Also auch bei *Viburnum opulus* wird das Austreiben der Wurzeln durch Reizmittel beschleunigt.

Der vorhin geschilderte Versuch wurde zu der angegebenen Zeit mehrmals wiederholt und gab im wesentlichen dieselben Ergebnisse. Die Wurzeln trieben manchmal früher aus als die zugehörigen Knospen, häufig schlugen beide gleichzeitig oder die Wurzeln später aus.

Aus den Untersuchungen von Vöchting geht bereits hervor, daß in der Rinde der Weidenzweige Wurzelanlagen verborgen sind, die als schwach vorgewölbte Hügel unter der primären Rinde sitzen. »Mit ziemlicher Regelmäßigkeit findet man diese Adventiv-Wurzel-Anlagen auf beiden Seiten der Achselsprosse, gewöhnlich etwas tiefer als die untere Grenze der Ansatzstelle der letzteren.«[1]

Bei *Viburnum opulus* habe ich nach solchen Anlagen vergebens gesucht, doch ist es nicht unwahrscheinlich, daß der morphologische Ort der Adventiv-Wurzel-Anlage auch hier schon bestimmt, aber nur durch einige wenige Zellen repräsentiert ist, so daß die Anlage als solche nicht auffindbar ist.

Es ist bemerkenswert, daß bei den *Viburnum*-Sprossen die Wurzeln gewöhnlich knapp unter der Endknospe oder den höchsten Knospen zuerst und mit Vorliebe entstehen, gegen die Basis aber seltener.

Bekanntlich ist dies bei Weiden, Pappeln und anderen Gehölzen umgekehrt, denn hier brechen die Wurzeln, der Polarität entsprechend, am reichlichsten an den der Basis genäherten Stellen hervor.

Nach der gegebenen Sachlage müssen wir annehmen, daß die Treibstoffe auf die Wurzelanlagen, mögen sie deutlich oder undeutlich ausgebildet sein, in ähnlicher Weise wirken wie auf ruhende Knospen.

---

[1] Vöchting H., Über Organbildung im Pflanzenreich. I. T., Bonn 1878, p. 24.

Auch die Wurzelanlagen der genannten Gewächse haben also eine Zeit, in der sie zum Auswachsen nicht oder weniger geneigt sind. Das ist die Zeit ihrer Ruhe, aus der sie sich durch Treibmittel wecken und zum Wachstum bewegen lassen.

III. Zusammenfassung.

Werden Zweige von *Salix, Populus, Philadelphus coronarius* und *Viburnum opulus* in den Monaten September, Oktober und November einem Warmbad oder dem Rauche von Papier oder Tabak in der beim Treiben von Laub- und Blütenknospen üblichen Weise ausgesetzt, so entstehen nachher an den gebadeten oder geräucherten Zweigen die Adventivwurzeln gewöhnlich bedeutend früher als an den unbehandelten Kontrollexemplaren. Es lassen sich also nicht bloß Laub- und Blütenknospen, sondern auch die Anlagen von Adventivwurzeln treiben.

Diese Tatsache spricht dafür, daß die mehrfach beobachtete Periodizität des Wurzelwachstums bei Gehölzen nicht immer eine unfreiwillige, durch ungünstige Wachstumsfaktoren hervorgerufene, sondern in vielen Fällen eine freiwillige sein dürfte wie die der herbstlichen Knospen unserer heimischen Bäume und Sträucher.

Erklärung der Photographien.

Tafel I.

Fig. 1. *Philadelphus coronarius.* Rechts Zweige, die 24 Stunden Tabakrauch ausgesetzt waren, links die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 23. August, Ende am 1. Oktober. Die Rauchzweige treiben viel früher und reichlicher Wurzeln als die Kontrollzweige.

Fig. 2. *Salix* sp. Links Zweige, die durch 12 Stunden in Wasser von 30° gebadet wurden, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 1. November 1908, Ende 15. November 1908. Die gebadeten Zweige treiben Laub-, Blütenknospen und zahlreiche Wurzeln, die ungebadeten beginnen am Ende des Versuches die Knospen erst zu strecken.

Tafel II.

Fig. 3. *Populus nigra.* Links Zweige, die durch 24 Stunden Tabakrauch ausgesetzt waren, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 26. Oktober, Ende am 10. November. Die Rauchzweige entwickelten reichlich Wurzeln, die Kontrollzweige nicht.

Fig. 4. *Viburnum opulus.* Links Zweige, die durch 24 Stunden Papierrauch ausgesetzt waren, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 2. November, Ende am 18. Dezember. Bei den Rauchzweigen treiben die Terminalknospen und vornehmlich in ihrer Nähe auch reichlich Wurzeln, bei den Kontrollzweigen hingegen noch kein Treiben.

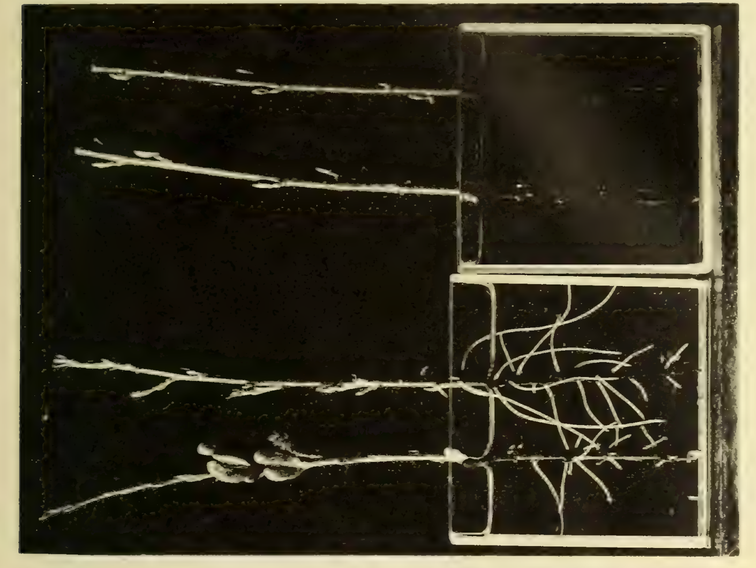


Fig. 2

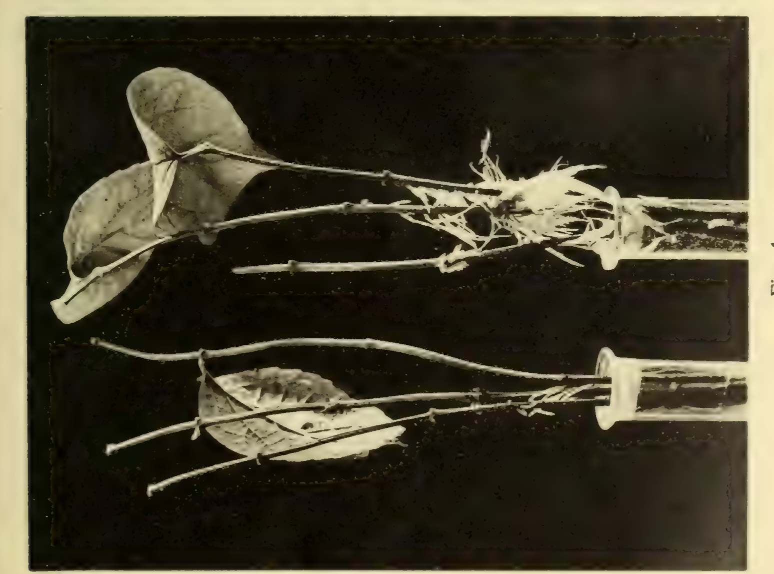


Fig. 1

Molisch fec. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Fig. 4

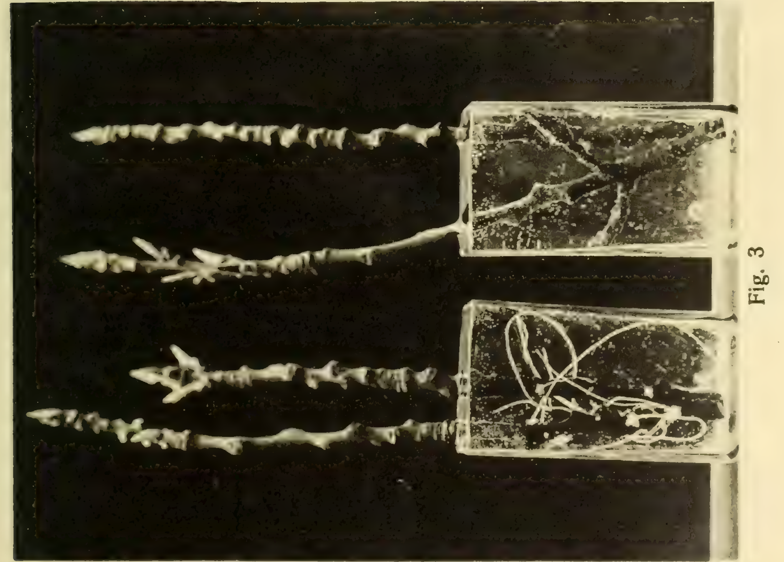


Fig. 3

Molisch fec. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Studien über Pneumatokarpien

Von

Dr. Otto Baumgärtel

Aus dem Botanischen Institut der k. k. deutschen Universität in Prag

(Mit 1 Tafel und 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1917)

Allgemeines über Pneumatokarpien.

Von meinem verehrten Lehrer und Vorstande, Prof. Dr. Beck v. Mannagetta, angeregt, habe ich es unternommen, im Laufe des Sommers 1916 eine Reihe von Untersuchungen über jene Fruchtformen anzustellen, deren Größe und Wachstum durch inneren Gasdruck modifiziert erscheint. Alle Früchte, deren Perikarp durch innere Blähung aufgetrieben wird, mögen im Verlaufe folgender Studien als Pneumatokarpien bezeichnet werden, ein Ausdruck, der etwas rein Genetisches beinhaltet und die systematisch verschiedensten Fruchtformen begreifen muß.

Durchmustert man die Früchte nach diesem Gesichtspunkte, so wird man wohl recht interessante Typen finden, aber mit Erstaunen feststellen müssen, wie wenig die bisherige Literatur entsprechende Studien im anatomischen, biologischen und physiologischen Sinne beinhaltet. Und doch halte ich es der Mühe wert, diesem Brachlande etwas abzugewinnen, weil der Gedanke naheliegt, daß entsprechende Untersuchungen bei so verschiedenartigen Fruchtformen mehr als einen Typus von Gasbildung aus dem Baue der Gewebe und experimentellen Daten festzustellen vermöchten. Dabei benutzte ich nachstehende Literatur insoweit, als ihre Resultate in das engere Gebiet meiner Studien fallen, während ich

mich sonst auf keinerlei spezielle Arbeiten berufen kann, wenn ich von Lubimenko's Studie absehe (12). Meine Untersuchungen erstrecken sich auf folgende Arten:

Astragalus cicer L.
Colutea halepica Lam.
Colutea orientalis Mill.
Nigella damascena L.
Staphylea Bumalda D. C.
Staphylea pinnata L.

Es sind also die Blähfrüchte systematisch verschiedener Familien, deren Untersuchung experimentell und anatomisch erfolgte, um an der Hand eines sorgfältig geprüften Tatsachenmaterials einen Einblick in die Gewebefunktion der Pneumatokarpien zu ermöglichen.

Schon die primitive Untersuchung der Pneumatokarpien beim Drücken zwischen den Fingern lehrt, daß das Perikarp eine Gasmenge einschließt. Öffnet man mittels Einstiches die Fruchtwand, ohne einen äußeren Druck auf sie auszuüben, so erfolgt weder eine auffällige Erschlaffung des Perikarps, noch entweichen unter Wasser Gasperlen, wenn nicht der Druck bei allzu tiefem Eintauchen der zu prüfenden Früchte das eingeschlossene Gas herauspreßt. Lubimenko (12) prüfte die Hülsen von *Colutea arborescens*, *Pisum sativum* und *Lathyrus latifolius* bezüglich des Druckes des eingeschlossenen Gases und fand gegenüber der äußeren Luft einen Überdruck von 0·15 bis 0·26 Atm. bei *Colutea*. Dieser Überdruck ist es, der als formende Kraft der Pneumatokarpien tätig ist. Jede Wandverletzung nämlich, die die Druckdifferenz zwischen innerer und äußerer Atmosphäre aufhebt, führt je nach dem Entwicklungsstadium der Früchte zum Verkümmern oder Stillstande des Wachstums. Ist hingegen das Perikarp in normaler Verfassung, dann erfährt die sich entwickelnde Fruchtwand von innen her einen höheren Druck, der zur Aufblähung des Fruchtknotens führt. Dem inneren Überdruck entspricht also Flächenwachstum des Perikarps, bis entweder der höhere Innendruck durch Stillstand der Gasbildung oder durch Verletzung der Fruchtwand aufgehoben wird.

Der Werdegang einer Glaskugel, die durch den Luftdruck der Lunge und der Mundmuskeln eines Arbeiters aufgeblasen wird, kann annähernd die Fruchtbildung von Pneumatokarpien veranschaulichen. Während dort die zähe Glasmasse unter Dickenabnahme an Flächenweite gewinnt, sind es hier Wachstumsvorgänge im Bereiche der Wandgewebe, die zu einer Vergrößerung der Fruchtwand führen. Daß die Lufttemperatur, die strahlende Sonnenwärme den inneren Gasdruck verschieden gestalten dürften, kann man nach physikalischen Analogien schließen, so daß die ökologischen Faktoren im Vereine mit den klimatischen die Fruchtbildung beeinflussen. So konnte ich besonders schön bei *Staphylea Bumalda* Licht- und Schattenfrüchte unterscheiden, welch letztere bedeutend schlaffer entwickelt waren als die reichbesonnten. Diese wiederum waren viel praller als die Lichtfrüchte der Nordseite. Längere Regenperioden und kühle Witterung führen vielfach zu Kümmerformen, während die assimilatorische Tätigkeit der Blätter und grünen Fruchtwandungen keine auffälligen Störungen erleidet.

Als nächste und interessanteste Frage drängt sich jene nach der Herkunft der eingeschlossenen Gasmenge auf. Unzweifelhaft muß das Endokarp im weitesten Sinne, die Innenseite der Frucht, als Entstehungsort bezeichnet werden. Um diese Annahme experimentell zu begründen, wurde folgende Versuchsanordnung getroffen: Frischgepflückte Früchte der genannten Arten wurden zuerst im unverletzten Zustande bei konstanter Temperatur und Abschluß von Luftströmungen sorgfältig gewogen und ihr Gewichtsverlust pro Stunde bestimmt. Dann wurden andere frischgepflückte Früchte derselben Arten durch Längsschnitte geöffnet, die Wundränder mit Vaselin verschlossen und wiederum der stündliche Gewichtsverlust bestimmt.

Die Differenz zwischen den Daten im ersten und letzteren Falle gibt den Anteil des Gewichtsverlustes an, der auf den Bereich der Fruchtinnenseite entfällt. Die Abgabe besteht in Wasserdampf und wird in folgender Tabelle in Prozenten des Frischgewichtes angeführt, wobei die mit *a* bezeichnete Rubrik die stündliche Abgabe der Außenseite, die mit *b* bezeichnete die der Innenseite während derselben Zeit bei einem

Temperaturmittel von +23° C. angibt. Die Rubrik *c* enthält die Zahl der auf 1 *mm*² der Außenseite der Frucht entfallenden Spaltöffnungen, *d* die durchschnittliche Länge, *e* die durchschnittliche Breite der Spalte im Maximum, *f* den Flächeninhalt der Spalte und *g* den transpirierenden Anteil eines Quadratmillimeters. *d* und *e* sind in Mikron, *f* und *g* in Quadratmikron angegeben. Die Spaltform wurde bei der Flächenberechnung als Ellipse aufgefaßt, während sie streng genommen zwischen dieser und dem Zweiecke liegt. Alle Angaben stellen die Durchschnittswerte unzähliger wochenlanger Messungen vor und sollen die Transpirationsverhältnisse des Exokarps mit Daten belegen, welche später die anatomischen Befunde erklären sollen.

Versuchsobjekt	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
Astragalus cicer L.	2	13	30	17	5	255	8.010
Colutea halepica Lam. ...	6	2	40	13	6	245	11.025
Colutea orientalis Mill. ..	4	6	45	13	4	163	6.520
Nigella damascena L.	2	4	22	17	4	213	4.686
Staphylea Bumalda D. C. .	3	5	35	14	4	175	6.125
Staphylea pinnata L......	2	11	28	17	4	213	5.964

Da sich die Tabelle in Maximalangaben bewegt, welche das äußerste Optimum darstellen, so belehrt sie nur über die bestmöglichen Fälle, welche mit den experimentellen Daten mehr, minder übereinstimmen. So werden z. B. selten alle Spaltöffnungen die maximale Öffnungsweite aufweisen, und deshalb stimmen die Transpirationsverluste nicht mit jener Proportionalität, die den berechneten Flächen entspräche. Auch die Zahl der Spaltöffnungen zeigt kein ideales Übereinstimmen mit der prozentuellen Verdunstungsmenge.

Teils mache ich hierfür später zu besprechende anatomische Verhältnisse, teils die Individualität des Organismus verantwortlich, die allen Experimenten zum Trotze einen letzten, unfeststellbaren Faktor enthält. Eines lehrt aber die Tabelle unzweifelhaft, daß nämlich ohne jeglichen stomatären Apparat die Innenseite der Frucht imstande ist, Wasserdampf

abzugeben. Denn soviel muß aus den anatomischen Untersuchungen vorweggenommen werden, daß das Exokarp allein normale Spaltöffnungen besitzt.

»Im großen und ganzen ist durch die Befähigung zur Transpiration auch die Austauschfähigkeit für Gase gekennzeichnet, die in einem ähnlichen Sinne wie die Abgabe von Wasserdampf von der Benutzung offener Ausführungsgänge und der Beschaffenheit der abgrenzenden Haut abhängig ist« (**19**, 160). Wenn also die Größe der Transpiration der Fruchtinnenseite durch Versuche festgelegt ist, so ist damit auch der Beweis erbracht, daß im Innern der Frucht gasausscheidende Gewebe vorhanden sein müssen. Es soll die Aufgabe spezieller anatomischer Untersuchungen im folgenden sein, die einzelnen Perikarpgewebe auf die Möglichkeit dieser Funktion hin zu prüfen. Alle Versuche, durch Verdeckung mit einer Vaselinschichte einzelne Teile des Perikarps, wie Exokarp, Endokarp, Plazentarregion, Samenanlagen der Transpiration zu entziehen, ergaben bei der Kleinheit (*Astragalus*) oder Gebrechlichkeit der Objekte (Samenanlagen von *Colutea*) keine sicheren Resultate, um so mehr, als bei der Manipulation bereits Gewichtsverluste eintreten und andrerseits durch den Vaselinaufstrich eine Gewichtszunahme erfolgt. Auch ist diese Methode insofern ungenau, als es schwierig ist, das gewünschte Areal scharf abzugrenzen. So wandte ich die Methode der Gewichtsdifferenzen an, um dann ihre Ergebnisse mikroskopisch zu untersuchen und abzuschließen.

Was man also den makroskopischen Befunden entnehmen kann, ist, daß alle Pneumatokarpien im Fruchtinnern Gas ausscheiden, welches den Fruchtknoten aufbläht und dessen Ausscheidung auf einem gewissen Entwicklungsstadium aussetzt, worauf die Vertrocknung und Dehiszenz der Frucht beginnt.

Über die Zusammensetzung des im Innern von Früchten enthaltenen Gases hat De Negri (3) Untersuchungen angestellt und gefunden, daß in der Balgfrucht einer *Gomphocarpus*-Art folgendes Gasgemisch eingeschlossen war:

In halbreifen Bälgen der unteren Zweige mit einem mittleren Gasvolumen von 15 cm^3:

CO_2	9·88 %
O	16·59
N	73·53

In ausgereiften Bälgen der oberen Zweige mit einem mittleren Gasvolumen von 13 cm^3:

CO_2	3·48 %
O	23·15
N	73·37

Der Vergleich mit der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft in Volumprozenten:

CO_2	0·04 %
O	20·81
N	79·19

ergibt, daß die im Perikarp eingeschlossene Luft bedeutend reicher an Kohlendioxyd ist, welcher Gehalt in der reifen Frucht wieder abgenommen hat. Das Gasgemisch läßt sich demnach als luftähnlich mit bedeutendem Gehalte an CO_2 auffassen. Wenn mir auch keine genaue Analyse der in den von mir untersuchten Blähfrüchten eingeschlossenen Luft möglich war, so vermag ich doch unter Hinweis auf die erhebliche Trübung von Kalkwasser, über dem ich in je einem Probegläschen einerseits das der Frucht entnommene Gas, andrerseits zur Kontrolle atmosphärische Luft auffing und stehen ließ, den höheren Gehalt an Kohlendioxyd im ersteren Falle zu erschließen. Alle diesbezüglichen Proben bei einer Wirkungsdauer von 24 Stunden führten zur Fällung von Kalziumkarbonat, welche mehr minder reichlich ausfiel, während die atmosphärische Luft kaum eine Trübung verursachte. Livache's (10) Angaben, nach denen die in lebenden unversehrten Früchten enthaltene Luft aus Sauerstoff und Stickstoff im Verhältnisse der atmosphärischen besteht, während das Kohlendioxyd erst infolge der Verletzungen auftreten solle, entstammen Versuchen, welche mit saftigem Obste und fleischigen Früchten angestellt wurden. Mögen daselbst diese Resultate gelten, bei den Pneumatokarpien ist der höhere

Kohlendioxydgehalt des eingeschlossenen Gasgemisches wohl kaum zweifelhaft, wenn man bedenkt, wie wenig eine geringe Einstichwunde für den Gasaustritt die Zusammensetzung des ausströmenden Gases während weniger Augenblicke zu verändern vermag.

Die Anatomie der Pneumatokarpien.

Beim Studium der anatomischen Verhältnisse der von mir untersuchten Pneumatokarpien wurde ich von dem Gedanken geleitet, daß die Art und Weise der Gasbildung in der Beschaffenheit der Fruchtgewebe begründet sein müsse und sorgfältige Untersuchungen derselben unter dem Mikroskop an der Hand von guten Schnitten die makroskopischen Beobachtungen vervollständigen und begründen könnten. Meine Vermutung, daß die Blähfrüchte genetisch keinen einheitlichen Typus darstellen, sondern die Herkunft des in ihnen eingeschlossenen Gasgemisches mannigfach sein dürfte, glaube ich durch die Resultate meiner Untersuchungen bestätigt gefunden zu haben. Im folgenden vereinige ich bei der Beschreibung der Gewebe ähnliche Befunde zu einem Typus, nachdem ich die Anatomie der Pneumatokarpien der einzelnen von mir untersuchten Arten dargelegt haben werde.

1. **Staphylea pinnata** L. (Fig. 1, Taf. *B*).

Die Frucht (Pimpernuß) ist eine dünnwandige, blasig aufgetriebene Kapsel mit zwei oder drei Fächern, welche sich in ebensoviele distale, spitze Zipfel fortsetzen und meist ein bis drei große Samen enthalten. Die im unreifen Zustande grüne, eigentümlich schwammig anzufühlende Fruchtwand ist reich geadert und öffnet sich fachspaltig in der Gegend der endständigen Zipfel an vorgezeichneten Streifen. Je nachdem die Kapsel zwei oder drei Fächer besitzt, weisen Querschnitte durch den Fruchtstiel zwei, beziehungsweise drei zentrale und ebensoviele periphere Gefäßbündel auf, von denen erstere sich in je zwei Stränge spaltend die Plazentarregion versorgen, während die peripheren das Aderwerk der Fruchtwand bildend in der Gegend der Fruchtzipfel sich verlieren. An den zentralwinkelständigen Plazenten sitzen die Samenanlagen vermittels

eines ganz kurzen Nabelstranges fast unmittelbar. Vielfach finden sich Fruchtfächer ohne jegliche Samenbildung, aber nicht minder gebläht als die fertilen, weshalb die sich entwickelnden Samen kaum bei der Gasbildung in Betracht kommen dürften.

Die Fruchtwand wird von den drei Gewebelagen des Exo-, Meso- und Endokarps gebildet, welche in scharfer gegenseitiger Abgrenzung wohlunterscheidbar sind.

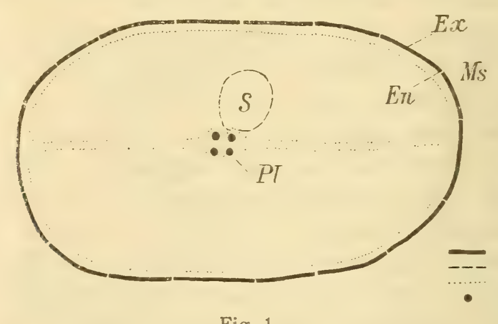


Fig. 1.

Schematischer Querschnitt durch eine Kapsel von *Staphylea*. Die Figur soll die verschiedene Durchlässigkeit für Wasserdampf und Gase des Exokarps (*Ex*), des Endokarps (*En*), der Plazenta (*Pl*) und der Testa (*S*) veranschaulichen. Dabei bedeutet —— inpermeabel, – – – semipermeabel, ... permeabel, ● Gefäßbündel.

Das Exokarp hat epidermalen Charakter. Die einzelnen Zellen sind polygonal, vielfach verzerrt mit gerundeten Ecken. Die Kutikula ihrer Außenwand erreicht die Dicke von 4 µ. Lückenlos aneinandergrenzend, bilden die Zellen dieses Hautgewebes eine ziemlich undurchlässige Schichte, welche durch Vermittlung funktionsfähiger Spaltöffnungen mit dem inneren Gewebe Verbindungen herstellt. Die geringe Anzahl von 28 Spaltöffnungen für das Quadratmillimeter deutet auf geringe Transpirationsmöglichkeit hin, womit auch ein entsprechend geringer Gasaustausch in Verbindung steht.

Das Mesokarp ist ein äußerst lockeres Gewebe, das eine spongiöse Struktur besitzt. Seine Zellen sind langgestreckt, verzweigt und schließen sich mittels ihrer Fortsätze zu einem weitmaschigen Gefüge zusammen, das strukturell einem räum-

lichen Netze entspricht. Dieses Netzparenchym ist der Ort der Assimilation und Atmung. Sämtliche Zellen sind reichlich mit Chloroplasten ausgestattet, besitzen dünne Zellulosemembranen und bilden in ihrer Gesamtheit infolge der Maschenstruktur ein Optimum an Oberfläche, die von dem Gasgemenge bestrichen werden soll. In diesem Netzparenchym verästeln sich auch die Verzweigungen des Leitungsgewebes. Es sind dies Züge von Spiraltracheiden, die weithin von zarten Phloemelementen begleitet werden; letztere grenzen unmittelbar an die Parenchymzellen des Mesokarps. Während im Mesokarp der übrigen von mir untersuchten Blähfrüchte stets Stärke zu finden war, ergab die Jodreaktion bei den Früchten von *Staphylea* kein derartiges Ergebnis. Entweder erfolgt hier die Synthese der bei der Assimilation entstehenden Kohlehydrate nicht bis zur Stärke oder aber überwiegt die Veratmung der Assimilate in dem Netzparenchym.

Die geringe Anzahl von Spaltöffnungen und die experimentellen Daten weisen auf die mindere Transpiration nach außen hin, mit welcher auch eine mindere Austauschfähigkeit für Gase verbunden ist. Die ins Mesokarp auf stomatärem Wege diffundierende Luftmenge wird demnach wohl ganz vom assimilatorischen Apparat beansprucht werden; während nach Verarbeitung der 0·04 % CO_2 eine entsprechende Menge von Kohlehydraten vorhanden ist, können diese von den 20·81 % O abgebaut werden, wobei infolge der geringen Austauschmöglichkeit nach außen im Mesokarp eine Anreicherung von Kohlendioxyd stattfindet, so daß ein höherer Partialdruck derselben im Mesokarp sich einstellt. Nach außen begrenzt dieses die kutinisierte Schichte des Exokarps und der Spaltöffnungsapparat mit geringen Austauschmöglichkeiten. Nach innen bildet das Endokarp als wassergetränkte Membran ein Mittel für diosmotischen Durchgang von Wasserdampf und anderen Gasen, unter denen besonders das Kohlendioxyd schnell hindurchtritt. Die Transpirationsquote der Fruchtinnenseite der obigen Tabelle erläutert dies. Bringt man ferner eine geöffnete Kapsel von *Staphylea* in einen abgekühlten Raum, so werden Wassertröpfchen auf der Innenwand sichtbar. Diese Umstände erklären die kohlendioxydreiche innere Atmosphäre

der Blähfrüchte, da vor allem CO_2 osmotisch an den Innenraum der sich entwickelnden Kapseln abgegeben wird.

Das Endokarp stellt eine einschichtige Zellfläche dar, welche aus gestreckten, gegen die Enden sich verjüngenden Elementen besteht, deren Zellwände allseits von einfachen Tüpfeln durchsetzt werden und deutlich Holzreaktion geben. Das Zellumen ist von flüssigem Inhalte bei unreifen Früchten erfüllt. Mit zunehmender Reife schwindet die Flüssigkeit aus den Zellen des Endokarps und die austrocknenden Membranen erschweren immer mehr jeglichen osmotischen Durchgang. Mit der Vertrocknung des Perikarps beginnt die Dehiszenz der Kapsel entlang der Trennungsstreifen der distalen Fruchtzipfel, wodurch das Fruchtinnere sich der äußeren Atmosphäre erschließt.

Die Gründlichkeit der Untersuchung erfordert es, auch die übrigen Gewebe im Bereiche des Perikarps zu berücksichtigen. Von solchen kommt zunächst die Plazentarregion in Betracht, weil daselbst infolge des Verlaufes der zuführenden Leitungswege ein reger Stoffwechsel erwartet werden darf. Das Mesokarp dieses Teiles der Frucht erweist sich viel weniger chlorophyllhaltig und seine Zellen schließen mit geringen Interzellularen zum Plazentargewebe aneinander. Das Endokarp überzieht bis auf die Stellen, wo die Nabelstränge auszweigen, lückenlos beiderseits die Scheidewand der Fruchtfächer. Die beiden Plazentarstränge entsenden abwechselnd einen funikularen Strang zu den in zwei Reihen angeordneten Samenanlagen. Die Plazenten selbst sind zwei zentralwinkelständige Wülste, zwischen denen sich das Endokarp um so tiefer einfaltet, je mehr sich diese in ihrem Verlaufe dem distalen Teile des Kapselfaches nähern. In diese Einfaltungen reicht die erwähnte untere Öffnungsnaht der Zipfel. Das Plazentargewebe dürfte also nach diesen Befunden bei der Gasausscheidung eine untergeordnete Rolle spielen.

Der Funikulus kommt bei seiner minimalen Ausbildung kaum als Gasbildner in Betracht. Die Samenanlagen sitzen fast unmittelbar den Plazentarwülsten auf.

Nach den Untersuchungen Guerin's (7) ist bei *Staphylea* das innere Integument der Samenanlage fast ebenso kräftig

entwickelt wie das äußere und wird bei der Samenbildung aufgelöst, während das äußere erhalten bleibt und bereits in ganz jungen Früchten eine so mächtig entwickelte Hartschichte darstellt, daß unmöglich von den drei Samenanlagen, die im besten Falle zur Entwicklung gelangen, das in der Kapsel enthaltene Gasgemisch herrühren kann, welches übrigens auch samenlose Fruchtfächer erfüllt.

Nach diesen Ergebnissen können wir die Gasbildung der *Staphylea*-Kapsel dem Mesokarp zusprechen, wo bei entsprechenden Lichtverhältnissen Kohlehydrate gebildet und veratmet werden. Bei stärkster Insolation tritt die stärkste Blähung der Kapsel ein, weil das innere Gasgemisch erwärmt sich ausdehnt und durch Herabsetzung der Transpiration und Kohlendioxydzufuhr die Veratmung der Kohlehydrate überwiegt, so daß osmotisch die innere Atmosphäre zunimmt. Schattenfrüchte sind schlaffer.

Sobald mit der Samenreife die Vertrocknung des Perikarps einsetzt, öffnet sich an den unteren Trennungsnähten die Kapsel. An dieser Stelle verläuft im Mesokarp ein Zug von längsgerichteten verholzten Elementen, welche sich lockern. Die Zellen des Endo- und Exokarps über diesem Streifen besitzen ebenfalls Längsverlauf und lockern sich gleichzeitig, so daß an der ganzen Naht der Durchriß erfolgt, der auch noch die beiden Plazentarwülste trennt.

Während also einerseits durch die Austrocknung der Membranen des Endokarps die Osmose nach innen herabgesetzt wird, beginnt andrerseits die Öffnung der Frucht, welche die Aussaat der reifen Samen einleitet.

2. **Staphylea Bumalda** D. C.

Die anatomischen Verhältnisse der Kapseln dieser Art sind wesentlich dieselben wie bei *Staphylea pinnata* L. Nur bietet die obige Tabelle andere Transpirationsdaten. Der höheren Transpirationsquote von 3 $^0/_0$ des Exokarps entspricht die größere Anzahl von 35 Spaltöffnungen für das Quadratmillimeter und von diesem entfällt der 163. Teil auf Transpirationswege, während bei *St. pinnata* $^1/_{168}$ mm^2 dem Gasaustausche dient.

Dagegen beträgt die Verdunstungsquote des Endokarps nur 5 % gegenüber 11 % bei *St. pinnata*. In beiden Fällen besitzen die verholzten Membranen eine durchschnittliche Dicke von 4 µ. Die genauere Prüfung ergab jedoch, daß *St. pinnata* mehr Tüpfel in der Zellmembran des Endokarps aufweist.

3. **Nigella damascena** L. (Fig. 2, Taf. *D*).

Die Kapselfrucht dieser Art ist vier- bis fünffächerig und jeder Fachabschnitt endigt distal in ein gekrümmtes Hörnchen. Die Plazenten liegen zentral, winkelständig mit zwei Reihen von Samenanlagen in jedem Fache. Durchschneidet man die

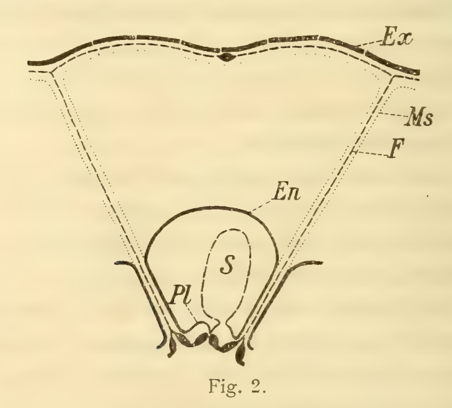


Fig. 2.

Schematischer Querschnitt durch eine Kapsel von *Nigella*. Bezeichnungen wie in Fig. 1. *F* bezeichnet die Faserschichte.

Frucht quer, so sieht man, daß jedes der geräumigen Kapselfächer durch eine dünne, durchsichtige Membran in einen größeren äußeren und einen kleineren inneren Raum der Länge nach geteilt wird, wobei das Septum konzentrisch zur Fruchtwand verläuft. Beide Teile jedes Fruchtfaches enthalten Gas und der innere beherbergt außerdem die Samen. Die junge unreife Kapsel ist saftig und grün und ihr geht die Kammerung ihrer Fächer ab, die erst im Verlaufe der Volumszunahme bei der Reifung auftritt. Die im Fruchtstiele verlaufenden, im Kreise angeordneten Gefäßbündel verteilen sich in der Kapsel folgendermaßen: In der Außenwand jedes Fruchtfaches ist ein Mediannerv vorhanden, während die beiden Marginalnerven in

der zugehörigen Plazentarregion sich hinziehen, wobei jeder von ihnen zwei Stränge bildet; der eine verläuft in der einen Plazentarwulst und versorgt die Samenanlagen, der andere ist der Ansatzstelle der Fruchtfachwand genähert und entsendet in diese Verzweigungen. Ist die Kapsel ausgereift, so öffnen sich die Trennungsnähte, welche am vertrocknenden Perikarp an der Spitze der einzelnen Fruchtblätter ventral in der Gegend der Hörnchenbasis verlaufen und die Innenkammer der Fruchtfächer der Aussaat erschließen.

Das Exokarp besteht aus vieleckigen Zellen, die sich um die Spaltöffnungen etwas strahlig anordnen und deren Außenwand samt Kutikula bis 4 μ dick wird. Auf letzterer sind Wachskörnchen abgelagert, welche die unreife Kapsel mit Reif bedecken. Die Spaltöffnungen, 22 für das Quadratmillimeter, sind normal entwickelt und funktionieren gut. Trotzdem der aus der maximalen Öffnungsweite ihres Spaltes berechnete transpirierende Anteil eines Quadratmillimeters des Exokarps nach obiger Tabelle weniger beträgt als bei *Staphylea pinnata* ($^1/_{213}$ gegen $^1/_{168}$), ist doch die Transpirationsquote der Außenfläche der Kapsel in beiden Fällen dieselbe; abgesehen von den Fehlerquellen, die jedes experimentelle Messen beinhaltet, darf man doch in solchen Ergebnissen das Vorhandensein eines unberechenbaren Faktors erblicken, der es verbietet, ohne weiteres aus der Spaltöffnungsanzahl auf die Transpirationsverhältnisse zu schließen.

Das Mesokarp zerfällt in drei Gewebepartien. Unmittelbar unter dem Exokarp liegt ein Parenchym, das aus einer äußeren Schichte großer und ein bis drei Schichten kleinerer Zellen besteht; alle diese Zellen sind arm an Chloroplasten und führen keine Stärke. Auf dieses Parenchym, das dem Exokarp eng anliegend nur der äußeren Fruchtwand angehört, folgt nach innen zu eine Faserschichte, deren Elemente horizontal und zirkulär verlaufen und in den Bastfaserbelag des Mediannerven einerseits und, die Mittelschichte der Fruchtfächerwände bildend, in den Bastfaseranteilen der Marginalstrangteile eine Fortsetzung finden.

Noch weiter innen liegt die mächtigste der drei Gewebepartien, ein Parenchym aus rundlichen Zellen mit reichlichen

Zwischenzellräumen, dessen äußere Zone mit Chloroplasten ausgestattet ist und Stärke führt, die nach innen immer spärlicher wird. Die innersten Zellen dieses Gewebes platten sich ab, so daß der äußere Teil des septierten Fruchtfaches von den ganz flachen Parenchymelementen des dritten Mesokarpanteiles begrenzt wird. Dieser Anteil bildet auch beiderseits der Faserschichte die Hauptmasse der Fruchtfachwände. Gegen die Plazentarregion nähert sich die hyaline Septarwand den Scheidewänden und legt sich ihnen schließlich an, um als inneres Hautgewebe bis zu den Plazentenwülsten zu fungieren. Querschnitte durch junge Perikarpien lehren bei der mikroskopischen Untersuchung, daß auf das Mesokarp nach innen ein typisches Endokarp folgt, welches sich im Laufe der weiteren Entwicklung ablöst und allmählich zu der erwähnten Scheidemembran wird, welche jedes Fruchtfach in einen äußeren und inneren, gasgefüllten Anteil zerlegt.

Das Endokarp setzt sich aus lückenlos zusammenschließenden Zellen zusammen, welche längsgestreckt, hyalin und ziemlich weitlumig sind. Ihre Membran ist allseits kutinisiert und bis 5 μ dick. Frühzeitig trocknet das Gewebe aus, während das übrige Perikarp noch den normalen Stoffwechsel erhält.

Das Gewebe der Plazentenwülste besteht aus isodiametrischen, dickwandigen Elementen, welche nur geringe Zwischenräume besitzen. Im Innern dieser Zellen wird Stärke gespeichert. Während die starken Zellwände Zellulosereaktion geben, besteht die Membran der an das innere Fruchtfach grenzenden Randzone im Anschluß an das Endokarp aus Kutikularsubstanz.

Der Nabelstrang ist ganz kurz und wenig abgesetzt. Die Integumente der Samenanlagen bleiben lange grün und weich. Erst mit der fortschreitenden Ablösung des Endokarps von der dritten Schichte des Mittelgewebes der Fruchtwand beginnen sie zu bleichen und es vollzieht sich die Bildung der Samenschale.

In der Gasausscheidung bei der Entwicklung der *Nigella*-Kapsel lassen sich zwei Phasen unterscheiden. Zuerst erfolgt nach dem Verblühen eine Aufblähung des Fruchtknotens, die

zur Bildung von Fruchtfächern im Umfange der späteren inneren Kammern der Kapselfächer führt. Das allseits kutinisierte Endokarp, dessen Membranen eine Diosmose von Gasen aus den darunter liegenden Geweben hindern, läßt nur die eine Annahme zu, daß die erste Blähung des Fruchtknotens durch Ausatmung der sich entwickelnden, noch grünen Samenanlagen zustande kommt. Sobald diese Gasausscheidung aufgehört hat und die innere Kammer eine bestimmte Größe besitzt, setzt als zweite Phase der Kapselbildung die Ablösung des Endokarps ein. Zwischen diesem und dem Mesokarp wird die gasgefüllte äußere Kammer angelegt, welche im Laufe der weiteren Entwicklung bald die innere an Volumen übertrifft. Mit Rücksicht auf das undurchlässige Endokarp, das sich als lückenloses Septum zwischen beiden Kammern ausspannt, muß die Gasbildung in das Mesokarp verlegt werden. Hier finden sich, wie erwähnt, in der äußeren, an die Faserschichte grenzenden Zone Zellen mit Chloroplasten und Stärke. Demnach muß die Faserschichte für die durch die Spaltöffnungen hineindiffundierte äußere Luft ziemlich durchlässig sein, weil erst unter ihr der Hauptherd der Assimilationstätigkeit liegt; denn das unter dem Exokarp gelegene, wenig mächtige, an Chloroplasten arme Gewebe dürfte weit weniger bei der Synthese der Kohlehydrate eine Rolle spielen. Diese spielt sich vielmehr, wie schon die Ablagerung von Stärke bezeugt, in den an die Faserschichte grenzenden Teilen der dritten Gewebepartie des Mesokarps hauptsächlich ab. Die Veratmung der Kohlehydratmengen in diesen Teilen führt zur Entstehung des kohlendioxydreichen Gasgemisches der äußeren Kammer. Der Druck dieser inneren Atmosphäre der Kapsel treibt die Blähfrucht weiter auf, indem er zwischen das Endokarp, auf dem von innen her der Druck des Gasgemisches der inneren Kammer lastet, und die gaserzeugende Schichte des Mesokarps die äußere, sich stetig erweiternde Kammer einschaltet. Durch den Druck werden die an das Kammerlumen grenzenden Parenchymzellen epithelartig niedergedrückt, so daß sich sekundär eine Art Hautgewebe vorfindet. Der innere Überdruck ist aber gering und wird beständig durch die Wachstumsvorgänge der Kapselgewebe entspannt, bis endlich die ausgewachsene Frucht

mit der Samenreife zu vertrocknen beginnt und die Trennungsgewebe in Funktion treten. Die plazentare Stärke verschwindet im Laufe der Samenentwicklung als zugeführtes Baumaterial derselben. Die Faserschichte bildet neben ihrer Funktion als Öffnungsmechanismus noch ein Stützgewebe für die aufrecht ansitzende Kapsel, wie es ihr inniger Zusammenhang mit dem mechanischen Anteil der Fruchtblattnervatur bezeugt.

Wiegand (20) spricht die Ansicht aus, daß die bei vielen Ranunculaceen auftretenden Achänien reduzierte Kapseln darstellen, bei denen durch mangelhafte Ausbildung der Ovarhöhlung eine Rückbildung der Samenanlagen bis auf eine sich einstellte. Denkt man sich die Gasbildung bereits in den ersten Entwicklungsstadien des jungen Fruchtknotens unterbunden, so würde dadurch in der nicht erweiterten Samenanlagenhöhlung ein Hemmnis für die Entwicklung mehrerer Samen geschaffen, was im Laufe der Phylogenie der verschiedenen Formen aufgetreten sein mag.

4. **Colutea orientalis** Mill. (Fig. 3, Taf. *A*).

Die Frucht gehört nach Fucskó (5) dem Balgfruchttypus der Leguminosen an und zeigt von allen untersuchten Pneumatokarpien die stärkste innere Gasbildung. Der anfänglich schlanke, längliche Fruchtknoten gewinnt hierdurch im Laufe der Entwicklung eine kahnförmige, gedrungene Gestalt, wobei die grünen Fruchtwandungen verblassen, gelblich oder rötlich angeflogen erscheinen und einen pergamentartigen Charakter zur Zeit der Reife annehmen. Reich entwickelt ist die Plazentarregion mit ihren zahlreichen Samenanlagen, die an langen Nabelsträngen hängen. Diese Teile werden von den beiden ventralen Marginalsträngen versorgt, während der einfache Rückennerv nur in das Perikarp seine Verzweigungen sendet, wie es die Untersuchungen Fucskó's (5) für alle Papilionaceenfrüchte festgestellt haben. Die Trennung setzt ventral zwischen den beiden Marginalsträngen ein und schreitet von dem spitzen, distalen Ende basipetal weiter.

Die Anatomie der Fruchtwand wurde unter anderen Papilionaceenfrüchten auch bei *Colutea* L. von Fucskó (5) studiert,

so daß nur erübrigt, spezielle histologische Details hervorzuheben.

Das Exokarp ist ein Gewebe epidermalen Charakters, bestehend aus vielgestaltigen, polygonalen Zellen, deren äußere Kutikularschichte bis 2 μ mächtig wird. Die Spaltöffnungen sind mehr rundlich gestaltet und zeigen öfter Verkümmerung der Schließzellen; auf das Quadratmillimeter entfallen durchschnittlich 45 Stommata.

Das Mesokarp setzt sich nach Fucskó (5) aus einem parenchymatischen Assimilationsgewebe und einer prosenchymatischen Doppelschichte, deren Fasern sich unter einem

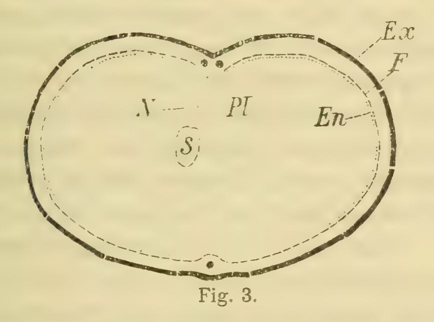


Fig. 3.

Schematischer Querschnitt durch eine *Colutea*-Frucht. Bezeichnungen wie in Fig. 1 und 2.

Winkel von 45° kreuzen, zusammen. Ersteres besteht aus Zellen, welche neben Chloroplasten Stärke führen und geringe Interzellularen aufweisen. Der Stärkegehalt nimmt nach innen stark ab und schwindet im Laufe der Entwicklung der Frucht gänzlich. Die an die Faserschichte grenzende Parenchymzone führt fast gar kein Blattgrün noch Stärke. Die beiden Lagen der Faserschichte enthalten langgestreckte, verholzte, prosenchymatische Elemente mit zarten Spaltentüpfeln in den verdickten Wänden. Der Zusammenschluß der Faserzellen zum Gewebe ist lückenlos, wobei eine Mächtigkeit von 70 μ erzielt wird. Die mechanische Widerstandskraft des Fasergewebes ergibt sich beim Mazerieren, indem die Mischung nach Schultze in stärkster Konzentration den Zusammenhang der Zellen erst zu lockern vermag, während beim Zerschleißen der Fruchtwand das Fasergewebe sich unversehrt entfernen läßt. Die

mechanische Funktion der Faserschichte hat in der Literatur vielfach eingehende Darstellung erfahren, nicht aber ihre Permeabilität für Wasserdampf und Gase, welche bei der Frage nach der Herkunft der Gase im Fruchtinnern interessieren muß.

Wurden geöffnete, frischgepflückte Bälge bis auf die Plazentarregion mit einer Vaselinschichte bedeckt, so ergaben sich aus den Versuchen Wägungsverluste, welche durchschnittlich 4 % des Frischgewichtes betrugen, während die Transpirationsquote der Fruchtinnenseite überhaupt nach obiger Tabelle 6 % ausmacht. Somit entfallen durchschnittlich 2 % des Frischgewichtes als Transpirationsanteil auf das Gebiet des von der Faserschichte begrenzten Mesokarps, während das Plazentengewebe doppelt so viel an Wasserdampf abgibt und von der Faserschichte freigelassen wird. Allerdings begreifen die 4 % Gewichtsverlust auch die Nabelstränge und Samenanlagen; trotzdem überwiegt an Flächenausdehnung das Plazentargebiet samt Anhängen nicht die Oberfläche des übrigen Fruchtinnern um das Doppelte, so daß man eine gleichmäßige Verteilung der Verdunstungsmenge über die ganze Fruchtinnenseite annehmen könnte. Durch die Faserpartie des Mesokarps wird also das Maximum der Gasausscheidung in die Gegend der Plazenta verlegt.

Das Endokarp ist eine zarte, aus dünnwandigen, langgestreckten Zellen bestehende Haut, welche innen der Faserschichte anliegt. Die Zellmembranen geben schwache Zellstoffreaktion und zeigen keine Kutikularbildung. Auffallend sind die großen Zellkerne, die an zarten Plasmasträngen im Lumen suspendiert sind. Die Untersuchung von Dünnschnitten durch junge Fruchtknoten ergab, daß die von Fucskó (5) zum Mesokarp gerechneten Faserschichten bei *Colutea* aus demselben kubischen Endothel hervorgehen, welches auch dem Endokarp seine Entstehung gibt. Indem sich die einzelnen Zellen durch zwei aufeinanderfolgende Tangentialwände teilen, entstehen aus der einfachen Zellage drei, von denen die beiden innersten je eine Lage der doppelten Faserschichte ergeben, so daß letztere als ein Derivat des inneren Hautgewebes zu betrachten wäre, wofür auch beim entwickelten Endokarp die ähnliche Gestalt der gestreckten Zellen spricht.

Die Plazenta entspricht anatomisch dem parenchymatischen Mesokarp, das gegen das Fruchtinnere, ohne eigentliches Hautgewebe zu besitzen, kutinisierte Zellmembranen bildet. Das Gewebe zeichnet sich durch lockeren, aerenchymatischen Charakter aus und begleitet in zwei Längswülsten die beiden ventralen Nerven des Fruchtblattes, von denen die Funikularstränge ausgehen. Die Faserschichte und der häutige Anteil des Endokarps hören an der Basis der Plazentenwülste auf und oberhalb dieses Randes ist das Parenchym ganz locker gelagert und die einzelnen Zellen fast isoliert, wobei ihre Membran an diesen Stellen bedeutende Dicke erreicht und von einfachen Tüpfeln gegen die Nachbarzellen durchsetzt wird. Während das Mesokarp im Bereiche der übrigen Fruchtwand nur in den äußeren Teilen Stärke in seinen Zellen aufweist, strotzen die Elemente dieser aerenchymatischen Durchbruchsstellen gegen das Balglumen von Stärkekörnern und es reicht die Anhäufung tief in das lakunöse Gewebe der Plazenta hinein, um entlang des Randes der beginnenden Faserschichte scharf abgesetzt zu verschwinden.

Ähnlich ist der Nabelstrang beschaffen. Nur schließen sich hier die Randzellen des lockeren Gewebes zu einer Hautschichte mit papillösen Vorragungen zusammen, die hie und da durch Lockerung ihrer Elemente durchlässig wird. Bis auf den zentralen Gefäßbündelstrang ist auch das Gewebe des Funikulus reichlich von Stärke erfüllt.

Die Samenanlagen bleiben lange grün und ihr Gasaustausch soll nach der Ansicht Lubimenko's (12) die zur Blähung des Balges nötige Gasmenge allein liefern. Unzweifelhaft spielt die Gasausscheidung der sich entwickelnden Ovula, welche vornehmlich bei diesem Entwicklungsstadium durch die Integumente vor sich geht, eine gewisse Rolle. Sobald aber durch die Anlage der Testa und die Ausbildung des hilaren Apparates durch Abdrosselung der Funikulargefäße der Stoffwechsel herabgesetzt wird, müssen, da die Blähung der Frucht noch weiterschreitet, andere Faktoren bei der Gasbildung mitspielen. Andrerseits findet man wohlgebildete Früchte mit verkümmerten Samenanlagen, deren innere Atmosphäre also nicht einzig und allein ein Resultat der Samen-

bildung sein kann. Die lakunöse Ausbildung der Plazenta und des Nabelstranges, die durch Zellockerung gebildeten Kommunikationen mit dem Innenraum des Balges, das Aussetzen der behindernden Faserschichte in diesem Gebiete und die auffällige Anhäufung von Stärke daselbst lassen die Annahme berechtigt erscheinen, daß die in diesen Teilen angehäuften Kohlehydrate veratmet werden und das Kohlendioxyd der inneren Atmosphäre dieser Herkunft ist. Denn obgleich der hilare Apparat vor der Dehiszenz des Perikarps ausgebildet ist und die Zufuhr der aufgestapelten Kohlehydrate immer mehr herabsetzt, verschwinden die Stärkemassen gänzlich zur Zeit der Vertrocknung des Perikarps aus der Plazenta und dem Nabelstrange, was unmöglich auf eine Ableitung zum Samen oder fruchtstielwärts beruhen kann, da beiderseits die Leitungsbahnen daran sind, funktionell ausgeschaltet zu werden. Der zunehmende Stärkeschwund dürfte also die beste Erklärung in der Veratmung finden, die teils oxydativ, teils intramolekular verlaufen mag.

Auch hier kann man zwei Phasen unterscheiden: in der ersten beteiligen sich Plazenten, Nabelstränge und Samenanlagen gleichmäßig an der Bildung der inneren Atmosphäre, während in der zweiten der Stoffwechsel mit der Ausbildung der Testa sinkt und nunmehr dem Gewebe der Plazenta und des Funikulus die weitere Aufblähung des Balges zukommt.

Die Dehiszenz erfolgt mit der Vertrocknung der Fruchtwand an der Bauchnaht entlang einer Trennungsschichte gelockerter Zellen zwischen den Marginalsträngen (siehe Fucskó [5]).

Im Gegensatze zu Lubimenko (12) konnte ich feststellen, daß eine Öffnung des Perikarps vor der Zeit nur dann die weitere Ausreifung der Samen behindert, wenn sie vor der Ausbildung der Lichtlinie der Malpighischen Elemente stattfindet, deren Funktion von Mattirolo und Buscalioni (14) als transpirationshemmend gefunden wurde. Wird die Fruchtwand vor diesem Stadium geöffnet, so verdorren die Samenanlagen infolge übermäßiger Abgabe von Wasserdampf.

5. Colutea halepica Lam.

Die anatomischen Verhältnisse der Fruchtgewebe stimmen mit denen der vorigen Art ziemlich überein. Nur einige Abweichungen kommen vor, welche an der Hand obiger Tabelle sich mit den gefundenen Daten vereinbaren lassen. Auffällig ist zunächst, daß trotz der geringeren Anzahl von Spaltöffnungen für ein Quadratmillimeter des Exokarps und der stärkeren Entwicklung der Kutikula desselben bis 6 μ Dicke die Transpirationsquote der Fruchtaußenseite 6 % des Frischgewichtes gegen 4 % bei *C. orientalis* ausmacht, obgleich bei letzterer Art 45 Spaltöffnungen gegen 40 bei *C. halepica* auf dem Quadratmillimeter zu finden sind. Berechnet man aber aus den Maßen der maximalen Öffnungsweite des stomatären Spaltes die Größe des wasserdampfabgebenden Anteiles eines Quadratmillimeters Exokarp, so ergibt sich, daß bei *C. orientalis* trotz der größeren Spaltöffnungsanzahl nur $^1/_{153}$ des Quadratmillimeters Außenfläche gegen $^1/_{91}$ bei *C. halepica* zu transpirieren vermag.

Die Faserschichte wird auch bei dieser Art 70 μ mächtig. Dagegen bedeckt sie die Plazentenwülste viel weiter, als dies bei *C. orientalis* der Fall ist. Ferner sind die Gewebe der Plazenta und des Nabelstranges viel weniger aerenchymatisch und lakunös gestaltet und die Kommunikationswege durch Zellisolierung der Randpartien sind weniger ausgebildet. Hiermit stimmt die geringere Verdunstungsquote von 2 % an der Innenseite der Frucht gut überein und die gleiche Ausbildung der Faserschichte bei so verschiedenen Transpirationsmengen weist auf die Bedeutung der differenten Plazenten und Nabelstränge bei beiden Arten hinsichtlich der Wasserdampf- und Gasabgabe hin.

6. Astragalus cicer L. (Fig. 4, Taf. *C*).

Auch die Frucht dieser Papilionacee gehört dem Balgfruchttypus Fucskó's (5) an. Die Form erinnert etwas an die eines Radieschens. Das Perikarp ist borstig behaart, von fleischiger Beschaffenheit, die später allmählich in Vertrocknung übergeht, und fühlt sich prall an. Das Fruchtinnere

wird durch eine Längsscheidewand, die von dem Rücken des Fruchtblattes vorgefaltet erscheint und lose mit dem ventralen Plazentarteile median zusammenhängt, in zwei Kammern geteilt, denen je ein Plazentarwulst mit zahlreichen Samenanlagen angehört. Diese falsche Scheidewand spielt eine Rolle bei der Dehiszenz der Frucht, wie Ginsbourg (6) nachgewiesen hat. Je nachdem nämlich die sklerenchymatischen Belege der beiden Marginalnerven »au sommet de la fausse cloisson« getrennt verlaufen oder zu einem Strange verschmelzen, erfolgt zwischen ihnen eine Spaltung der Wand oder die Frucht öffnet sich überhaupt nicht. Bei *Astragalus cicer* treten zwei sklerenchymatische Stränge auf, woraus man

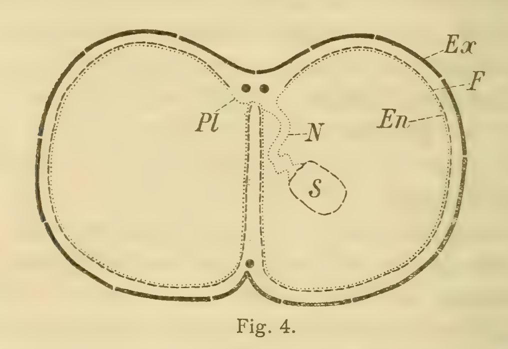


Fig. 4.

Schematischer Querschnitt durch eine Frucht von *Astragalus*. Bezeichnungen wie in Fig. 1 und 2.

bereits an der unreifen Frucht den sich öffnenden Typus erkennen kann. Die anfangs grüne Blähfrucht nimmt, sobald das Perikarp zu vertrocknen beginnt, eine immer dunklere Färbung an, die sich dunkelbraun nähert.

Das Exokarp besteht aus länglichen und isodiametrischen Zellen, zwischen denen 30 Spaltöffnungen pro Quadratmillimeter auftreten, welche mit ihrer größten Spaltweite $^1/_{125}$ der Flächeneinheit der Fruchtaußenseite als transpirierenden Anteil darstellen. Dieser Anteil scheint im Vergleiche zu der geringen äußeren Transpirationsquote, wie sie bei *Nigella damascena* und *Staphylea pinnata* gefunden wurde (siehe die Tabelle der Einleitung!) unverhältnismäßig groß zu sein. Dieses Mißverhältnis dürfte seine Erklärung durch das Vorhandensein

von 50 Trichomen auf dem Quadratmillimeter finden, so daß $^1/_5$ der Flächeneinheit Haare trägt, welche die Transpiration herabsetzen müssen. Diese Trichome sitzen vermittels einer Basalzelle einer Zelle des Exokarps auf; ihre Wände bestehen aus Zellulose und sind sehr dick unter Freilassung eines engen Lumens. Die Kutikula des Exokarps überzieht auch die Trichome und bildet kleine Wärzchen an deren Oberfläche. Interessant ist das Auftreten von Stärkekörnern in den Trichomen und ihren Grundzellen.

Das Mesokarp ähnelt in seinem Baue dem gleichen Gewebe bei *Colutea*. Auch hier findet sich Blattgrün und Stärke vornehmlich in den unter dem Exokarp gelegenen Teilen vor. Die Faserschichte zeigt ähnlichen Aufbau und gleiche Mächtigkeit wie bei *Colutea*.

Nur das innerste Hautgewebe zeichnet sich hier bei gleicher Zartheit seiner Zellen durch mehrzellige Trichome aus, die, wie das ganze zarte Gewebe überhaupt, Chloroplasten und Stärke führen.

Auch bei dieser Art setzt sich die doppelte Faserschichte nicht in die Plazenta fort, während die inneren Trichome des hier gelockerten Hautgewebes auch die beiden Plazentenwülste bekleiden und deren Verwachsung eine lose Verbindung mit dem Rande der falschen Scheidewand bewerkstelligt. Hier sind nämlich die Anteile der Faserschichte gegenüber der zwischen den Plazentenwülsten verlaufenden Rinne unterbrochen und es reicht das Mesokarp der falschen Scheidewand unmittelbar an das Hautgewebe heran, dessen Zellen, trichomatisch verlängert, sich mit ähnlichen Gebilden der Plazentenfurche zu einem losen Gewebe verbinden. Die Gewebe der Plazenta und des gewundenen Nabelstranges sind ähnlich wie bei *Colutea* locker und lakunös gebaut und außerhalb der endigenden Faserschichte mit Stärke angefüllt. Kurz unterhalb des hilaren Apparates schwillt der Nabelstrang kugelig an.

Ähnlich wie bei *Colutea* kann man auch bei diesem Typus zwei Phasen der Gasbildung unterscheiden: die erste mit starkem Anteil der sich entwickelnden Samenanlagen bis zur Bildung des hilaren Apparates und der Lichtlinie der

Malpighischen Elemente, während die zweite durch Veratmung des in den lakunösen Geweben gespeicherten Stärkevorrates charakterisiert ist. Die hohe innere Transpirationsquote von 13 % kann die Folge der reichen inneren Flächenentwicklung sein, wie sie durch die Trichome der inneren Hautschichte gegeben ist, deren eingelagerte Stärke auf einen regen Stoffwechsel schließen läßt, dem die dünnen Zellwände wenig Widerstand leisten, so daß Wasserdampf und Gase leicht auf diosmotischem Wege abgegeben werden können, wodurch die innere Atmosphäre bereichert wird.

Zusammenfassung.

Im vorhergehenden wurde eine Reihe von Früchten untersucht, als deren gemeinsame Eigenschaft der Besitz einer inneren Atmosphäre erscheint, welche unter höherem Drucke stehend als die äußere eine Aufblähung der im unreifen Zustande durch Wachstum nachgiebigen Fruchtwand bewirkt und auf diese Weise als formender Faktor sich betätigt. Alle diese Früchte kann man als Blähfrüchte oder Pneumatokarpien zusammenfassen.

Die Herkunft der blähenden Atmosphäre ist der Veratmung von Kohlehydraten zuzuweisen, wie schon ihr reicher Gehalt an Kohlendioxyd beweist. Die Kohlehydrate sind autochthone Bildungen der im unreifen Zustande mit Blattcharakter begabten grünen Fruchtwand. Der gering entwickelte Phloemanteil der mesokarpalen Nervatur deutet auf geringe Ableitungsmöglichkeiten für die Assimilate hin, so daß der reifende Fruchtknoten das für die Gasbildung nötige Veratmungsmaterial selbst erzeugt und durch die Stielstränge nur hauptsächlich Wasserzufuhr erhält.

Die Veratmung findet in allen Fruchtgeweben statt, wo Kohlehydratmengen sich ansammeln und für die Fruchtblähung kommen in erster Linie diejenigen Gewebe in Betracht, wo sich die größte Anhäufung von Kohlehydraten feststellen läßt und wo die Diosmose der Atemgase am leichtesten vor sich gehen kann.

Als solche Gewebekomplexe sind die Samenanlagen bis zur Ausbildung der Testa und bei reichlicher Anzahl zu

betrachten, ohne aber der Grundfaktor für die Aufblähung zu sein (*Staphylea*). Ferner geht die Gasbildung von der Plazenta und dem Nabelstrange (*Colutea*, *Astragalus*), dem Endokarp (*Astragalus*) und dem Mesokarp allein (*Staphylea*) aus. *Nigella* stellt eine Kombination der Samenatmung mit der Gasbildung im Mesokarp dar.

Durch Hervorhebung der am vorzüglichsten an der Bildung der inneren Atmosphäre beteiligten Gewebe lassen sich aus den von mir untersuchten Pneumatokarpien folgende Typen aufstellen:

1. *Staphylea*-Typus; Veratmung im Mesokarp und Diosmose durch das einschichtige Endokarp.

2. *Nigella*-Typus; Veratmung im Mesokarp und Ablösung des undurchlässigen Endokarps einerseits, andrerseits Atmungsgase der reifenden Samenanlagen.

3. Leguminosen-Typus; Veratmung anfänglich in den zahlreichen Samenanlagen, dann vornehmlich im lakunösen Gewebe der Plazenta und des Nabelstranges, wobei das Endokarp eine Rolle mitspielen kann als Veratmungsstätte (*Astragalus*).

Die biologische Rolle der inneren Atmosphäre ist teils die Schaffung eines dampfgesättigten Mediums für die Samenentwicklung, teils ein Mittel, um die Frucht möglichst leicht und geräumig zu machen, damit der Wind als Verbreitungsfaktor in Anspruch genommen werden kann.

Literatur.

1. Adlerz, Bidrag till Fruktväggens anatomi hos Ranunculaceae. Örebro 1884.
2. Barthélémy, Du passage des gaz à travers des membranes colloidales d'origine végétale. Compt. rendus, 57, No. 6, 1873, 427 ff.
3. De Negri, Analisi dei gas contenuti nei follicoli di una specie di Gomphocarpus. Mlp. an., 5, 428 ff.
4. Devaux, Sur la transpiration des cellules à l'intérieur des tissus massifs. C. R. Paris, 112, 1891, 311 ff.
5. Fucskó, Anatomie, Entwicklung und Biologie der Fruchtwand der Papilionatae. Bot. Közlem, 7, 1909, 154 ff.

6. Ginsbourg, Rôle de la structure vasculaire de la fausse cloisou dans la déhiscence du fruit des Astragalées. Dipl. Études sup. Paris 1908.
7. Guérin, Développement de la graine et en particulier du tégument seminal de quelques Sapindacées. Journ. de Bot., 1901, t. 15, 336 ff.
8. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1904.
9. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1904.
10. Livache, Recherches sur la nature des gaz contenus dans les tissus des fruits. Ann. de chimie et de physique, Paris 1877, 5. Sér., T. 12, 429 ff.
11. Lonay, Contribution à l'anatomie des Rénoncolacées: Structure des péricarpes et des spermodermes. Arch. Inst. Bot. Liége 1901, vol. 3.
12. Lubimenko, Étude physiologique sur le développement des fruits et des graines. C. R. Acad. Sc. Paris, 147, 1908, 435 ff.
13. Mangin, Recherches sur la pénétration ou la sortie des gaz dans les plantes. Ann. sc. agronom. franc. et étr., 1888.
14. Mattirolo-Buscalioni, Il tegumento seminale della papiglionacee nel meccanismo della respirazione. Mlp. an., 4, 1890.
15. Dieselben, Ricerche anatomo-fisiologiche sui tegumenti seminali delle Papilionacee. Mem. Accad. Szienze Torino, ser. 2, t. 42.
16. Dieselben, Nota preventiva zu 15. A. A. Torino, 1889, vol. 24, fasc. 2.
17. Palladin, Die Bedeutung der Kohlehydrate für die intramolekulare Atmung der Samenpflanzen. Arb. d. Naturf. Ver. zu Charkow, 1894.
18. Pfäfflin, Untersuchungen über Entwicklungsgeschichte, Bau und Funktion der Nabelspalte und der darunter liegenden Tracheideninsel verschiedener praktisch wichtiger Papilionaceen-Samen. Inauguraldiss. Bern 1897.
19. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 1, Leipzig 1897.
20. Wiegand, The structure of the fruit in the order Ranunculaceae. Proc. American. Micr. Soc., 1894, 69 ff.

Erklärung der Tafelfiguren.

A. Längsschnitt durch den Nabelstrang von *Colutea orientalis* Mill. im basalen Teile. Präparat nach Jodbehandlung. *i* bezeichnet eine durch Gewebelockerung gebildete Durchlaßstelle für den Gasaustausch.

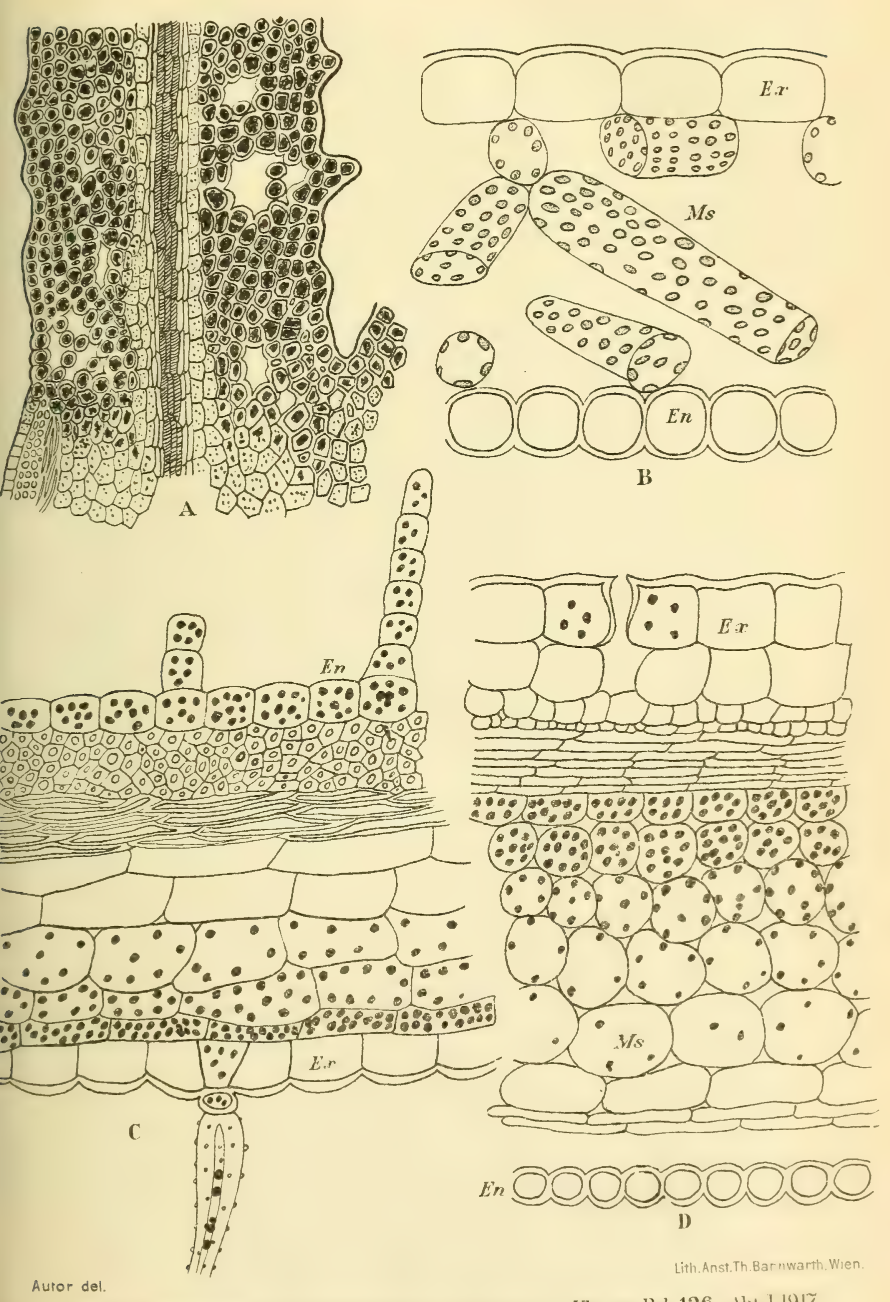
B. Querschnitt durch die Fruchtwand von *Staphylea pinnata* L. Präparat nach Jodbehandlung. *Ex* bezeichnet das Exokarp, *Ms* das Mesokarp, *En* das Endokarp.

C. Querschnitt durch die Fruchtwand von *Astragalus cicer* L. Präparat nach Jodbehandlung. Bezeichnungen wie in Fig. *B*.

D. Querschnitt durch die Fruchtwand von *Nigella damascena* L. Präparat nach Jodbehandlung. Bezeichnungen wie in Fig. *B*.



Baumgärtel, O.: Studien über Pneumatokarpien.



Autor del.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Die Anatomie der Gattung *Arthrocnemum* Moqu.

Von

Dr. Otto Baumgärtel

Aus dem Botanischen Institut der k. k. Deutschen Universität in Prag

(Mit 14 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1917)

I. Einleitung.

Die Gattung *Arthrocnemum* Moq. aus dem Tribus der *Salicornieae*, welche meist sukkulente, kahle Kräuter und Sträucher mit häufig gegliedertem Sprosse darstellen, zeigt morphologisch große Ähnlichkeit mit der dem gleichen Tribus angehörenden Gattung *Salicornia* L. Beide Gattungen umfassen Typen, deren Sproß in seinem oberen Teile aus stockwerkartig übereinander angeordneten Gliedern besteht, wobei das etwas zusammengezogene proximale Ende eines jeden Gliedes in das schüsselartig erweiterte distale des unter ihm stehenden eingefügt ist. Der Rand jeder dieser Erweiterungen ist in je zwei gegenständige Spitzen ausgezogen, die sich mit denen der folgenden Glieder in dekussierter Stellung befinden. Während die fleischigen Internodien, gegen die Sproßspitze zu immer kürzer und gedrungener werdend, in einer rundlichen Terminalknospe endigen, zeigen sie im unteren Teile des Sprosses ein allmähliches Schrumpfen der saftigen, grünen Rinde, bis diese endlich vertrocknet abfällt und den zentral gelegenen Holzkörper freigibt. In den Achseln der erwähnten spitzen Anhänge entstehen die Seitensprosse, die dem Hauptsproß in Gestalt und Wachstum gleichen. Eine

wenig verzweigte Pfahlwurzel von beträchtlicher Länge kommt beiden Gattungen zu.

Nach der Monographie von Ungern-Sternberg (Volkens, Chenopodiaceae, p. 74) liegt der systematischen Sonderung der beiden Gattungen hauptsächlich ihre Verschiedenheit im Samenbau zugrunde. Eine scharfe Charakteristik der genannten Gattungen gibt Beck v. Mannagetta (p. 163, 165), wobei die habituellen Eigentümlichkeiten, der Bau der Blüte, des Samens und Embryos in gleicher Weise berücksichtigt werden und entsprechende instruktive Abbildungen beigefügt sind, welche man in der übrigen Literatur vermißt.

Die systematische Fixierung der Gattungen *Arthrocnemum* Moq. und *Salicornia* L. muß bei der Behandlung der anatomischen Eigentümlichkeiten um so mehr festgehalten werden, als in der älteren Literatur vielfache Ungenauigkeiten infolge Verwechslung beider Gattungen sich finden.

Die Anatomie der Gattung *Salicornia* L. hat zuletzt durch E. Fraine eine zusammenfassende Darstellung erfahren, welche Arbeit die Ergebnisse früherer Untersuchungen anderer Forscher mit eigenen Befunden vereinigt und hauptsächlich darauf ausgeht, eine morphologische Deutung des vielfach umstrittenen sukkulenten Sproßinternodiums von *Salicornia* zu erzielen.

Vorliegende Arbeit hat die Aufgabe, die anatomischen Verhältnisse der Gattung *Arthrocnemum* Moq. zu untersuchen und zu prüfen, ob sich nicht Verschiedenheiten im inneren Bau der beiden Gattungen finden, welche wegen ihres grundlegenden Charakters als anatomische Gattungsmerkmale anzusprechen wären. Zu diesem Behufe wurden folgende Arten der Gattung *Arthrocnemum* teils als fixiertes Material, teils als Exsikkaten untersucht:

A. ambiguum Moq.,
A. arbuscula Moq.,
A. coralloides Losc.,
A. glaucum Del.,
A. indicum Moq.,
A. macrostachyum Bung.

An der Hand von Mikrotomserienschnitten in den Regionen der Sproß- und Wurzelspitze, des sich entwickelnden und entwickelten Sprosses und desgleichen bei der Wurzel und dem Keimling wurde die Bildung und Differenzierung der

Gewebe studiert. Um ferner die äußeren Faktoren zur Erklärung morphologischer und anatomischer Eigentümlichkeiten heranziehen zu können, begleiteten Kulturversuche die mikroskopischen Untersuchungen.

II. Die Anatomie des Sprosses.

Fraine fügt dem Kapitel »The development of the shoot behind the apex« seiner Arbeit eine grobe Umrißzeichnung eines Längsschnittes durch die Sproßspitze bei, um den allmählichen Übergang der Blattanlagen in der Knospe zu den sukkulenten Internodien des entwickelten Sprosses zu veranschaulichen. Ohne auf anatomische Einzelheiten der sich entwickelnden Gewebekomplexe einzugehen, stellt der genannte Autor fest, daß die mit breiter Basis aufsitzenden Blattpaare »nearly surrounding the stem at the node« durch eine später erfolgende Verwachsung der Blattränder je eines gegenständigen Paares eine geschlossene, zusammenhängende Basis erhalten. Durch die »meristematic activity in this region« bildet sich »a tubular leaf sheath«, welche der nachträglichen Streckung des Internodialteiles folgend diesen als sukkulente Rinde bedeckt. Von den in der Knospe angelegten Blättern bleiben nunmehr zwei freie Spitzen übrig, welche dem oberen Teil des Sproßgliedes aufsitzen. »There is, of course, congenital union between the tissues of the stem and of the leaf-sheath, but it is always quite easy to trace the »limiting layer« between the two (in transverse section), throughout the internode until the nodal region of the next segment is reached« (p. 319). Unter der »limiting layer« versteht Fraine die Ausbildung einer Endodermis.

Untersucht man Längsschnitte durch die Endknospe des *Arthrocnemum*-Sprosses, so findet man auch hier Anlagen von Blattpaaren, die einen Vegetationspunkt umschließen, an welchem eine deutliche Sonderung in die drei von Hanstein (Haberlandt, p. 79) eingeführten Histogene des Urmeristems erkennbar ist (Fig. 1). Aus dem einschichtigen Dermatogen (*De*, Fig. 1) geht das Hautgewebe des Sprosses hervor, das gleichfalls einlagige Periblem (*pe*, Fig. 1) geht in

die sukkulenten Rindenteile über und im Zentralteil des Sprosses gelangt ein Markgewebe zur Ausbildung, das aber ohne eine »limiting layer« an die Rinde grenzt und innerhalb dessen die Gefäßbündel des Stammes verlaufen, welche die eingemündeten Blattspurstränge darstellen. Dieser zentrale Markteil stammt vom Plerom, das mit einer großen Initiale (*i*, Fig. 1) beginnend, sich in einen zentralen (m_1, Fig. 1) und

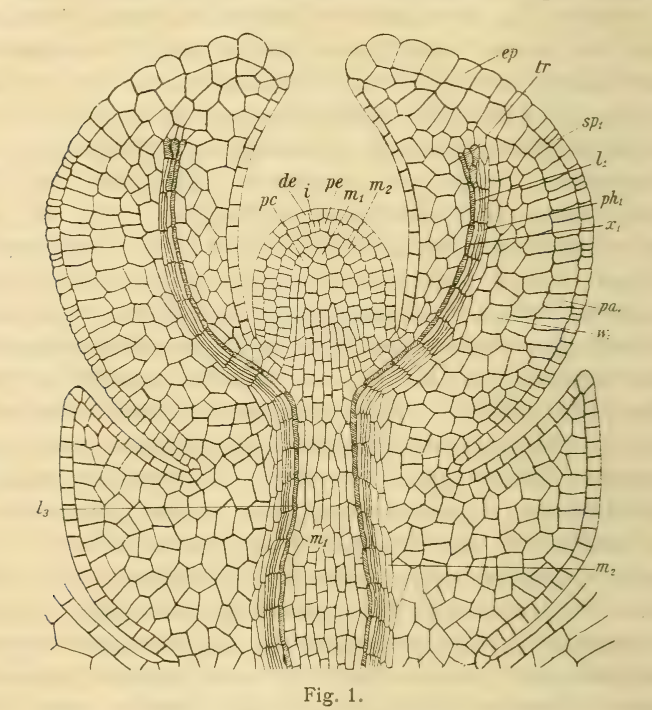


Fig. 1.

einen peripheren Markteil (m_2, Fig. 1) scheidet, zwischen denen Prokambiumzüge (*pc*, Fig. 1) verlaufen.

Die Blattanlagen entstehen dadurch, daß in dem ursprünglich einlagigen Periblem durch perikline Teilungen mehrere Zellagen angelegt werden, so daß ein Ringwulst sich vorzuwölben beginnt. An zwei gegenüberliegenden Stellen desselben sind die Teilungsvorgänge besonders lebhaft und es eilen diese Stellen allen übrigen im Wachstum voraus. Indem sich fortan der untere Teil des Blattanlagengrundes

stärker am Aufbau der jungen Blätter zu beteiligen beginnt, neigen sich diese, in die Länge wachsend, über dem Sproßscheitel zusammen. Auch die Prokambien des Pleroms beteiligen sich an dem Aufbau der Blattanlage; sie ziehen als einfache Stränge in die Primordien hinein, um in einem terminalen Komplexe von Spiraltracheiden zu enden (*tr*, Fig. 1), von dem aus stammwärts die Differenzierung der prokambialen Elemente in Xylem und Phloem einsetzt. Die Blattspurstränge (l_1, Fig. 1) gelangen somit früher zur endgültigen Ausgestaltung als der im Stamme verlaufende Anteil der leitenden Elemente (l_3, Fig. 1).

Vom apikalen Teil der Blattanlagen aus gelangt auch das Hautgewebe (*ep*, Fig. 5) und das Mesophyll zur Ausbildung. Letzteres läßt die Scheidung in das der Blattunterseite anliegende Palissadenparenchym (pa_1, Fig. 1) und ein darunter liegendes hyalines Gewebe (w_1, Fig. 1) erkennen. In dem basalen Teile der Blattanlagen bleibt der meristematische Charakter des Mesophylls erhalten.

In dem Maße, wie sich beim Übergang in den entwickelten Sproß die Internodialteile strecken, nimmt auch der Blattbasenteil, nach abwärts wachsend, an Länge und Mächtigkeit zu, so daß schließlich der zwischen den Austrittsstellen zweier übereinander stehender Blattspurstrangpaare gelegene Teil von einer grünen, fleischigen Rinde umgeben wird, welche außen von dem Hautgewebe der Blattunterseite umschlossen ist. Dieses Rindengewebe besteht aus Palissadenparenchym und großlumigen Wassergewebszellen und grenzt unvermittelt an den zentralen Teil des Sprosses. Das entwickelte, sukkulente Internodium hat ungefähr die Gestalt eines auf der Spitze stehenden Kegels, dessen Mantelfläche der Blattunterseite entspricht, während die Basis von der Epidermis der Oberseite des entsprechenden Blattpaares gebildet wird. Die Enden der Blattanlagen ragen schließlich als ein Paar schuppiger Spitzen am Rande hervor.

Das Hautgewebe.

Aus dem Dermatogen geht, der fortschreitenden Entwicklung des Sprosses folgend, das Hautgewebe hervor. Von

den Enden der Blattanlagen aus wird basipetal die Epidermis der Blattober- und Blattunterseite ausgebildet. Diese beiden Hautgewebe sind verschieden; ersteres wird von niedrigen, tafelförmigen, stark kutinisierten Zellen gebildet und ermangelt der Spaltöffnungen (*epo*, Fig. 7), die Blattunterseite (*epu*, Fig. 7) hingegen besteht aus hohen, in der Längsrichtung gestreckten,

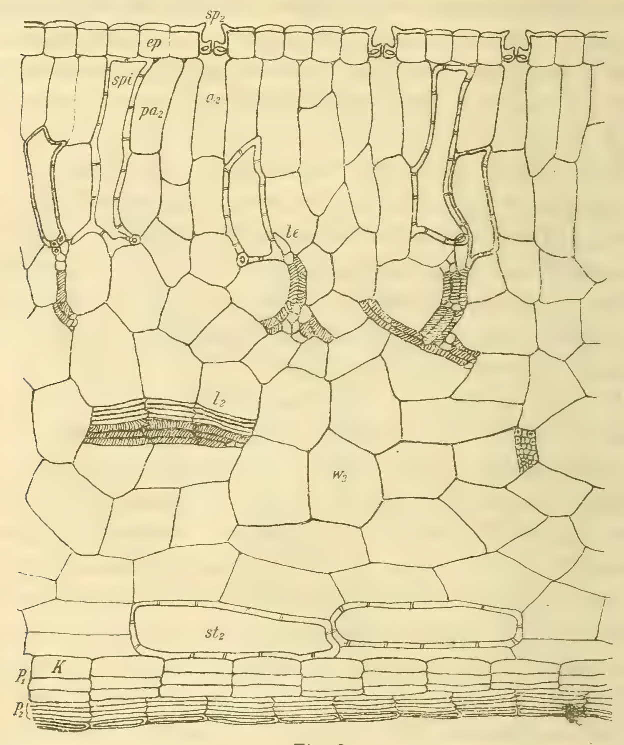


Fig. 2.

in Längsreihen angeordneten, vieleckigen Epidermiszellen, deren Cuticula verhältnismäßig geringe Mächtigkeit besitzt (*ep*, Fig. 2). Die Seitenwände der Epidermiszellen grenzen geradlinig aneinander. Das Hautgewebe der Blattunterseite legt im Laufe seiner Entwicklung das Durchlüftungssystem des Sprosses an, indem sich Zellenpaare im Verlauf der Längsreihen der Epidermiszellen durch Querwände differenzieren und in die Tiefe verlagert, zu den Schließzellen der

Spaltöffnungen werden, welche somit quer zur Längsrichtung des Sprosses angeordnet sind. Die ausgebildete Epidermis besitzt 170 bis 180 Stomata auf 1 mm^2. Fraine gibt hierüber und über den Bau der Spaltöffnungen bezüglich *Salicornia* nichts Näheres an. Bei *Arthrocnemum* liegen diese tiefer als die benachbarten Epidermiszellen, so daß eine äußere Atemhöhle entsteht, die von den Rändern der Nachbarzellen überwölbt wird. Auf diese folgt, von den stark kutinisierten oberen Leisten der Schließzellen eingefaßt, ein schmaler Vorhof, während die ebenso mächtig entwickelten unteren Leisten einen Hinterhof einschließen, der direkt in die innere Atemhöhle übergeht. Letztere reicht gar nicht tief in das Palissadengewebe hinein. Die obere Leiste des Schließzellenpaares ist starr mit der kutinisierten Außenschicht der benachbarten Epidermiszellen verbunden ohne Vermittlung eines äußeren Hautgelenkes, wie es von Haberlandt (p. 109) für solche Typen angegeben wird. Zwischen der oberen und unteren Leiste liegt ein enges Zellumen. Die dünnen Seitenmembranen der Schließzellen dienen als Hautgelenke. Infolge der starren Verbindung zwischen der Oberleiste und der Cuticula der Nachbarzelle behält der obere Rand des Vorhofes seine Krümmung bei. Nur die unteren, in den Hautgelenken beweglichen Leisten ändern mit Abnahme des Turgors der Schließzellen ihre Gestalt, so daß sich die Öffnung zu schließen vermag. Die Öffnungsweite dieser Art von Spaltöffnungen ist nur gering und nimmt mit zunehmender Mächtigkeit der Cuticularsubstanz weiter ab. Sobald der Korkmantel den Zentralteil des Sprosses von der sukkulenten Rinde abgeschlossen hat, verliert der Spaltöffnungsapparat seine Funktion und die Stomata klaffen mit geringem Spalte. Charakteristische Nebenzellen fehlen.

Bei allen von mir untersuchten Spaltöffnungen der verschiedenen Arten von *Arthrocnemum* wurden die erwähnten Eigentümlichkeiten festgestellt. Nur diejenigen Exemplare, welche in dampfgesättigter Treibhausluft oder submers in Seewasser gezüchtet worden waren, wiesen den Spaltöffnungstypus mesophytischer Dikotyledonen auf, indem die äußere Atemhöhle nicht zur Ausbildung gelangte, die starre Ver-

bindung der Oberleisten fehlte und die kutikulare Verdickung des ganzen Apparates gering war. Diese Stomata funktionierten bis zum Verlust der grünen Rinde normal.

Anhangsgebilde fehlen der Epidermis völlig. Die Festigkeit des Hautgewebes ist bedeutend; bei Behandlung mit Schultzeschem Mazerationsgemisch erfolgt die Loslösung der intakten Epidermis von dem Mesophyll fast augenblicklich. Erst mit dem Kollaps der sukkulenten Internodialteile zerreist die Blattoberhaut und schülfert ab.

Periblematische Gewebe.

Während das Periblem eine einfache Zellage am Vegetationspunkt des Sprosses bildet, gehen aus ihm sukzessive die Gewebe des Mesophylls der Blattanlagen und, durch die basale Streckung der letzteren, die des sukkulenten Internodialteiles hervor.

Das Palissadengewebe (*pa_1*, Fig. 1) entsteht aus der peripheren, an die Blattunterseite grenzenden Zellage des Mesophylls, indem sich daselbst die Zellen normal zur Epidermis zu strecken beginnen und mit fortschreitender Entwicklung des Sprosses einen Gewebekomplex von zwei bis drei Lagen bilden (*pa_2*, Fig. 2, 7). Die Mächtigkeit des Assimilationsgewebes ist bei den einzelnen Arten verschieden; bei *A. coralloides* beträgt sie ein bis zwei Zellagen, bei *A. indicum* zwei, bei den übrigen untersuchten Arten zwei bis drei. Die Palissadenzellen grenzen ohne Einschaltung eines ausgesprochenen Sammelzellensystems unmittelbar an das Wassergewebe des Mesophylls.

Bereits in frühen Entwicklungsstadien zeigen einzelne Zellen des Assimilationsgewebes Umbildungserscheinungen; jene Palissadenelemente, an deren proximalem Ende Gefäßbündelendigungen liegen, wachsen, ohne sich querzuteilen, in die Länge und bilden den Zellinhalt zurück. Das Chlorophyll verschwindet und unter Degeneration des Kernes verholzt die Zellmembran mehr und mehr, wobei sie sich fortsatzartig in die Zwischenräume der Nachbarzellen einschiebt. An der

Hand von Serienschnitten läßt sich verfolgen, wie die in die Interzellularen des Wassergewebes vordringenden Fortsätze mit Gefäßbündelendigungen in Kontakt treten und somit das Lumen der entwickelten Spikularzelle mit dem Leitungssystem in Verbindung steht (*le,* Fig. 2). Die verholzte Membran der Stereiden wird von einfachen, unverzweigten Poren durchsetzt. Bei allen Arten der Gattung *Arthrocnemum* trifft man normalerweise diese Elemente in der Palissadenschicht mehr, minder reichlich an.

Das unter dem grünen Assimilationsgewebe gelegene restliche Mesophyll (w_1, Fig. 1) wird zu einem hyalinen, großzelligen, mächtigen Wassergewebe ausgestaltet, das von den Verzweigungen der Blattspurstränge (l_2, Fig. 2, 7) durchzogen wird. Die isodiametrischen Zellen desselben strecken sich an der Grenze der Sproßstelle im Sinne der Achse und hier kommt es auf die gleiche Weise wie im Palissadengewebe zur Bildung von Stereiden (*st,* Fig. 2, 3, 4, 5, 7), denen aber die erwähnten Fortsätze und der Anschluß an das Leitbündelsystem abgehen. Diese verholzten Mesophylelemente sind in lockeren Zügen angeordnet und ziehen dicht unter der Epidermis der Blattoberseite (*epo,* Fig. 7) bis zur Blattspitze. Mit den stark kutinisierten Oberhautzellen bilden sie eine fest versteifte Fläche, an der der sukkulente Internodialteil gleichsam suspendiert erscheint. Die Wassergewebezellen besitzen einen wandständigen Plasmabelag mit gut ausfärbbarem Kern und reichlich flüssigem Zellinhalt, dessen Gehalt an Calciumoxalat sich in Form von Krystallen oder Krystallsand besonders in den zentralen Teilen dieses Gewebekomplexes niederzuschlagen pflegt. Gegen die Basis des Internodiums hört die Differenzierung in Palissaden und Wassergewebe auf und der periblematische Anteil des Sprosses erstreckt sich als kleinzelliges, hyalines Gewebe durch den schmalen Übergangsteil, zwei bis drei Lagen mächtig, in das nächste Sproßglied, wo er unmittelbar wieder in großlumige Wassergewebezellen übergeht (Fig. 7). In dieser Gegend behält das periblematische Gewebe den Charakter eines Meristems und gibt zur Bildung von Seitensprossen in den Blattachseln

Anlaß, welche genetisch den Typus der primären Achse wiederholen (*s*, Fig. 7).

Gegen den Zentralteil des Sprosses zeigt das Wassergewebe des sukkulenten Gliedes vor der Ausbildung des Korkmantels um die Stele keine typische Endodermis, sondern die Stereidenzone der saftigen Rinde grenzt unmittelbar an den Pleromteil (Fig. 7), wie auch Dangeard (p. 158) bemerkt: »La gaine foliaire debut en effet par une assise de grandes cellules aplaties à parois cutinisées. On trouve ensuite un parenchyme à grandes cellules incolores«.

Die Gewebe, welche sich am Aufbau der »tubular leaf sheath« von *Salicornia* beteiligen, zeigen ähnliche Anordnung. Nur finden sich im Palissadenparenchym dieser Gattung nicht Spikularzellen, sondern großlumige Spiraltracheiden, welche nach Volkens der Wasserspeicherung, nach Holtermann, Solereder, Warming, Fraine der Wasserleitung nach den peripheren Teilen dienen (p. 333). Allerdings bemerkt letzterer: »Spiral cells are never directly conected with the vascular-bundle system«. Dagegen gibt Dangeard an (p. 158); »La couche de cellules en palissade possède trois assises; elle touche extérieurement à l'epiderme et est tapissée entérieurement par les dernières ramifications des faisceaux libero-ligneux, ces faisceaux out leur liber externe; de place en place ils se mettent en relation avec de grandes cellules allongées à parois spiralées, qui s'intercalent entre les cellules en palissade.« Diesen Zusammenhang konnte ich ebenfalls bei *S. herbacea* feststellen. Die spiralig ausgesteiften Zellen erscheinen hier gleichsam als hypertrophierte Endtracheiden der Gefäßbündelendigungen. Da sich nirgends Übergänge von Palissadenzellen zu diesen Spiraltracheiden beobachten lassen, wohl aber verschiedene Größenstadien derselben, welche bis zu den normalen Endtracheiden der Leitbündel herabgehen, dürfte ihre Entstehung auf die Gefäßbündelendigungen zurückgehen, deren Tracheiden eine bedeutende Größenzunahme erfahren haben. Die Spikularzellen von *Arthrocnemum* und die Spiraltracheiden von *Salicornia* gehen somit genetisch auf zwei verschiedene Gewebeanteile zurück.

Die Spikularzellen von *Arthrocnemum* bilden im Verein mit den Stereiden der zentralen Teile des Wassergewebes und der gefestigten Blattoberseite ein Aussteifungsgerüst der saftigen Internodialteile, welches Deformationen oder Dehiszenzen bei allzustarker Wasserabgabe verhüten soll. Nach Volkens (Standort und anatomischer Bau, p. 37; Chenopodiaceae, p. 43) verhindern diese Elemente das Zusammensinken der grünen, saftigen Rinde und die völlige Entleerung des Wassergewebes. Außerdem kommt aber den Spikularzellen sicherlich noch die Rolle der gleichmäßigen Wasserverteilung im Palissadengewebe zu, wie der Zusammenhang mit dem Leitungsgewebe bezeugt. Die mechanische Starrheit ermöglicht es, diese Funktion auch dann noch zu erfüllen, wenn das umliegende Gewebe kollabiert.

Alle Exemplare von *A. glaucum*, die in dampfgesättigter Treibhausluft bei einer Temperatur von + 25° C. oder submers in Meerwasser gezüchtet wurden, entbehrten gänzlich der Spikularzellen und Stereiden. Hier endigen die Gefäßbündel in parenchymatischen Elementen. Diese schließen sich an langgestreckte Palissadenzellen an, welche zwar ärmer an Chlorophyll sind als die benachbarten, sonst aber den anderen vollkommen gleichen. Ähnliche Erscheinungen wiesen Exemplare von *A. indicum* und *macrostachyum* aus dem Herbarmaterial des k. k. Hofmuseums in Wien auf. Da die Kulturen des salzhältigen Nährwassers nicht entbehrten, kann für diese auffälligen Veränderungen nur die Veränderung der Transpirationsbedingungen verantwortlich gemacht werden, wie sie in dem gesättigten Medium gegeben war. Es liegt somit nahe, Spikularzellen und Stereiden als Anpassungserwerbungen ökologischer Natur anzusprechen, wie sie bei Halophyten zum Transpirationsschutze auftreten.

Inwiefern die von Fraine angegebenen Arten von *Salicornia* welche der Spiraltracheiden und Stereiden gänzlich entbehren. *S. Oliveri* Moss. und *S. dolychostachya* Moss. (p. 334), lokale Abweichungen vom normalen Typus darstellen könnten, wäre der Gegenstand interessanter Kulturversuche, denen ich mich aber nicht zuwenden konnte, da kein Samenmaterial zu beschaffen war.

Wenn endlich Dangeard (p. 158) für *A. ambiguum* Moq. »grandes cellules spiralées« angibt und diese folgendermaßen charakterisiert (p. 158): Dans cette dernière éspèce, elles sont très nombreuses et vont jusqu'à l'épiderme«, so entspricht das durchaus nicht meinen Befunden, welche das Vorkommen von Spikularzellen, wie bei den übrigen untersuchten Arten von *Arthrocnemum*, so auch bei dieser sichergestellt haben.

Pleromatische Gewebe.

Aus der großen Initiale (*i*, Fig. 1) des Pleroms geht der Zentralteil des Sprosses hervor. Dieses sondert sich bald in drei Lagen, von denen die innerste und äußere das Markgewebe liefern (m_1, m_2, Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7), während aus der mittleren die Prokambialstränge (*pc*, Fig. 1) und primären Markstrahlen (m_3, Fig. 3, 5, 7) entstehen. Entsprechend ihrer Herkunft von den eingemündeten Blattspursträngen der dekussierten Blattanlagenpaare erscheinen auf Querschnitten durch den obersten Sproßteil oder dicht oberhalb der Eintrittsstellen der Blattspurstränge vier kollaterale, offene Gefäßbündel mit zentripetalem Holz- und zentrifugalem Bastteil in ringförmiger Anordnung.

Aus den endständigen Tracheidenkomplexen (*tr*, Fig. 1) der Blattanlagen entwickeln sich wie erwähnt die Blattspurstränge (l_1, Fig. 1) indem sich aus den prokambialen Elementen Tracheidenzüge (x_1, Fig. 1) und Phloem differenzieren (ph_1, Fig. 1), welcher Vorgang basipetal sich in dem Stamme fortsetzt und die zentralen Gefäßbündel liefert (l_3, Fig. 1). Anderseits werden von dem Tracheidenkomplex (*tr*, Fig. 1) drei Stränge in entgegengesetzter Richtung nach außen hin entsandt, deren medianer, gegen die Blattspitze ziehend, sich im oberen Teile verästelt, während die beiden lateralen sich nach abwärts wenden und, die saftige Rinde durchsetzend, mit ihren Endigungen an die Spikularzellen anschließen (l_2, Fig. 2, 7). Verzweigungen dieser Äste verlaufen im ganzen Mesophyll. Die beiden lateralen Zweige der Blattspurstränge werden erst im Verlauf der Streckung des Internodiums ausgebildet.

Dangeard bemerkt hierzu: »On voit, que les faiseaux foliaires se détachent du cylindre centrale au nombre de trois: le median avorte et sa disparation correspond à l'absence du pétiole et du limbe; les deux autres se portent à droite et à gauche, émettent presque immédiatement des ramifications dont les unes se dirigent en avant et les autres latérement; elles se distribuent dans tout le parenchym de l'entrenœud inferieur et aussi dans la portion de gaine superieure.«

Die Blattspurstränge und ihre Verzweigungen entbehren gänzlich der Scheiden. Die unter dem Palissadenparenchym hinziehenden Teile kehren den Phloemteil demselben zu, während Dangeard (p. 158) das Umgekehrte angibt. Fraine spricht von einer »reversed orientation« der beiden seitlichen Blattspurstrangzweige im morphologischen Sinne. Doch ein solcher Verlauf entspricht ganz dem Blattcharakter des sukkulenten Internodialteiles, der eigentlich das verlagerte Mesophyll darstellt, wobei die Leitbündel eben nach abwärts abbiegen müssen, um sich in den entsprechenden Geweben zu verteilen.

Nachdem die Blattbündel in den Stamm eingetreten sind, setzt die Fusion der Spiraltracheiden des Xylems ein und es bilden sich Spiral- und Ringgefäße im Holzteile der primären Gefäßbündel (x_1, Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7). Im Siebteil differenzieren sich aus den prokambialen Elementen Siebröhren und Geleitzellen, deren Unterscheidung recht schwierig ist, wegen der geringen Augenfälligkeit der Siebplatten (ph_1, Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7). Nur eine schwache Kallosereaktion mit Chlorzinkjod verrät die betreffenden Querwände der Cribralröhren. Sowohl in den Phloemelementen, als auch in den Spiraltracheiden, auch nach der Fusion, begegnet man großen, deutlich differenzierten Zellkernen.

Wie bemerkt, findet man im obersten Teile des Sprosses bis unterhalb der Eintrittsstelle des zweiten Paares vollentwickelter Blattspurstränge auf allen Querschnitten vier Gefäßbündel vor. Beim Eintritt des dritten Paares der Blattspurstränge ändert sich aber das Bild: es erscheinen nunmehr acht Gefäßbündel, indem sich oberhalb der Eintrittstelle des dritten Paares, die dem ersten Paare entstammenden

Gefäßbündelstränge gabeln und ihre Hälften erst wieder im unteren Teile des Internodiums vereinigen, wobei auch die zwischen die beiden Gabeläste eingetretenen Bündel des dritten Blattpaares, nachdem sie mit den Hälften bis zur Fusionsstelle konvergierten, aufgenommen und dem Leitbündel des ersten Blattpaares einverleibt werden. Im folgenden Nodalteil spaltet sich zur Aufnahme des vierten Blattspurstrangpaares das dem zweiten Blattpaar entstammende Leitbündelpaar und vereinigt sich mit ihm zu einem Paar von Strängen usw. So erhält man auf Querschnitten oberhalb des Eintrittes eines Blattspurstrangpaares 4, kurz unterhalb dieser Stelle 8 und nach Vereinigung des neueingetretenen nächsten Paares mit der einen Hälfte der Gabeläste 6 Gefäßbündelbilder, deren Zahl nach Fusion mit dem zweiten Gabelast wieder am Grunde des Gliedes 4 erreicht, um im nächsten Internodium dieselben Zahlen durch Teilung des anderen Blattspurstrangpaares zu wiederholen. Die dem gegabelten Strang entsprechenden Bündel erscheinen kleiner als die vier anderen und nähern sich den beiden, welche als neueingetretene Blattspurstränge den Stamm durchziehen, um so mehr, je näher dem Grunde des Internodiums der Schnitt geführt ward. Durchmustert man eine hinlängliche Zahl von Serienschnitten, so kann man beobachten, wie die Vereinigung des eingetretenen Blattbündels zuerst mit der einen, dann weiter unterhalb mit der anderen Hälfte der Gabelung erfolgt.

Fraine gibt für *Salicornia perennis* und *S. prostrata* var. *Smithiana* an, daß der Gefäßbündelring im oberen Teil des Stammes aus acht offenen, kollateralen Bündeln bestehe, welche Zahl bis auf sechs rückgebildet werde, bevor der nächste Nodalteil erreicht sei. »The course of the bundles in the stem of *Salicornia perennis* is very simple: one foliar trace enters the stem from each leaf at the node; it very rapidly enters the central ring of primary bundles and then passes vertically downwards through one complete internode and the supper part of the internode below, fusion with the adjacent bundle then take place« (p. 334). Dieses Verhalten muß ebenfalls als Unterschied zwischen den Gattungen *Salicornia* und *Arthrocnemum* gelten.

Das Dickenwachstum und die Anlage von Seitensprossen.

Das intrafaszikuläre Cambium (c_1, Fig. 3, 4) der primären Gefäßbündel ist nur einige Zeit in Tätigkeit und bildet zentripetal nach der Anlage von Spiral- und Ringgefäßen (x_1, Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7) einfache Gefäße mit vollständig aufgelösten Querwänden aus (x_1, Fig. 5, 6), während es zentrifugal neue Bastelemente anlegt (ph_1, Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 7). Hierauf treten in der Fortsetzung der intrafaszikulären Kambien in den

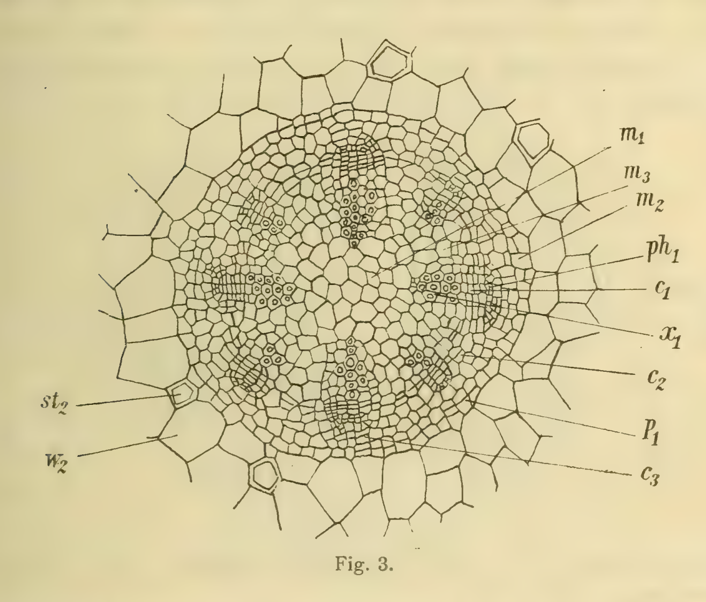


Fig. 3.

primären Markstrahlen Kambienstreifen auf (c_2, Fig. 3); erstere stellen sodann ihre Tätigkeit ein und die neuaufgetretenen Kambialstreifen scheiden nun nach innen prosenchymatisches Grundgewebe (x_3, Fig. 5, 6) ab, wobei sie nach außen rücken. Auswärts vor den primären Leitbündeln entstehen gleichzeitig extrafaszikuläre Kambiengruppen (c_3, Fig. 3, 4) indem in der vorletzten Zellage des äußeren Markteiles (m_2, Fig. 1, 7) Teilungen auftreten. Mit diesen extrafaszikulären Partien verschmelzen die interfaszikulären, in den primären Markstrahlen entstandenen, bei ihrem Vorrücken zu einem Cambiumring, den Leisering (p. 252) als Pericambium II bezeichnet und

den Ausdruck »Pericykel« zurückweist, da dieser keinen physiologisch einheitlichen und topographisch scharf abzugrenzenden Begriff darstelle.

Gleichzeitig entsteht in der letzten Zellage des Markteiles, wie ich alle Gewebe pleromatischer Herkunft bei der eigenartigen Verschmelzung von Stamm und Blatt bei der Gattung *Arthrocnemum* nennen will, ein zweiter, an das Perikambium II grenzender Cambiumring (P_1, Fig. 2, 3, 4, 5, 6), das Pericambium I nach Leisering, welcher als Phellogen nach außen Korkgewebe (K, Fig. 2, 5, 6) bildet. Dieses grenzt den Markteil scharf gegen die saftige Rinde periblematischer Herkunft ab, so daß der lückenlose Abschluß nur an den

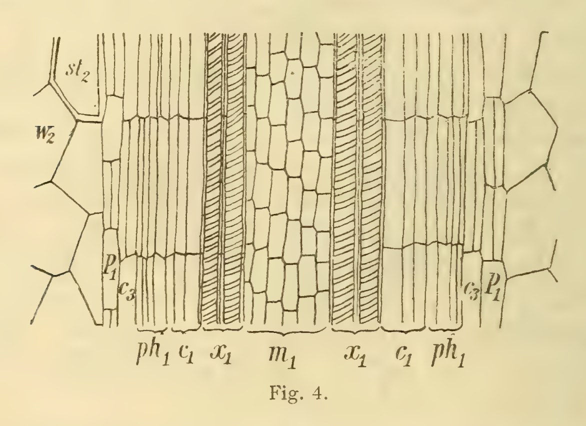


Fig. 4.

Einmündungsstellen der Blattspurstrangpaare eine Unterbrechung erfährt.

Das Pericambium II (P_2, Fig. 2, 5, 6) bettet inzwischen die primären Gefäßbündel in die erwähnte prosenchymatische Grundmasse ein und rückt dabei nach außen. Bei seinem Fortschreiten werden weitere, sekundäre Leitbündel angelegt, indem das genannte Pericambium nach innen Gruppen von Gefäßelementen (x_2, Fig. 5), bestehend aus Tracheen und Tracheiden, sowie alle Übergangsformen von Holzelementen anlegt und diese mit der prosenchymatischen Grundgewebemasse umschließt. Der Phloemteil dieser regellos eingestreuten Bündel (ph_2, Fig. 5) entsteht auf folgende Art: Der Cambiumring sistiert an der Außenseite der angelegten Xylemteile der

neuen Bündel seine Tätigkeit, so daß die benachbarten Partien des Pericambiums II nach außen fortschreitend, diese Stellen zuerst als Einbuchtungen des Ringes zurücklassen, dann sich von ihnen lostrennen und auswärts wieder zu einem Ringe zusammenschließen. So bleiben die untätigen Stellen als intraxyläre Leptomgruppen den entsprechenden Xylemteilen vorgelagert und werden mit dem Holzgewebe der Grundmasse

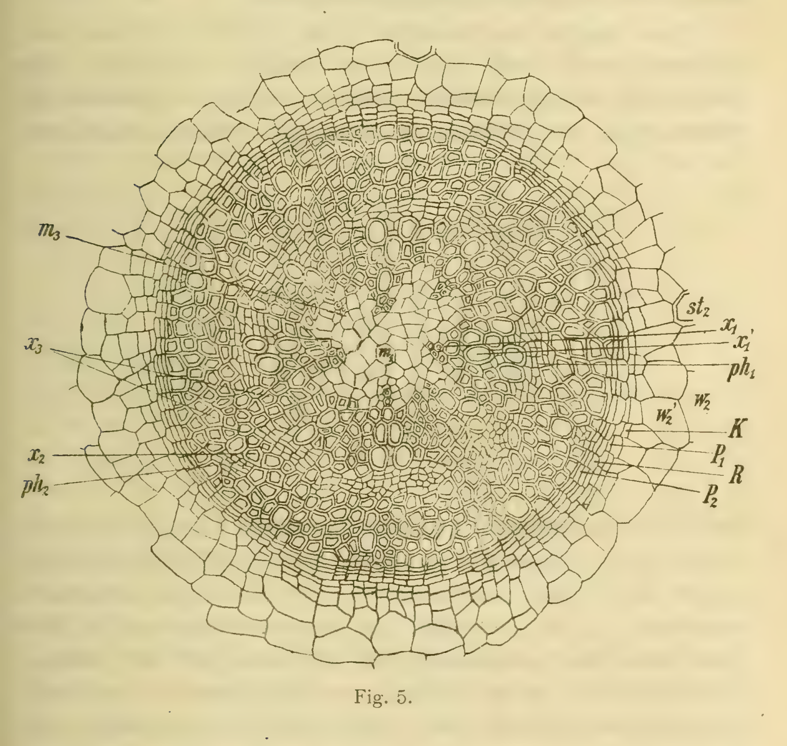


Fig. 5.

umlagert. Dieser Vorgang setzt in der ersten Vegetationsperiode bereits ein und es kommt zur Bildung eines beträchtlichen Holzkörpers von ziemlicher Festigkeit, der zentral das innerste Markgewebe (m_1, Fig. 5, 6) umschließt. Sobald sich durch die Tätigkeit der Perikambien II und I zentripetal der Holzkörper und zentrifugal der Korkmantel zu entwickeln begonnen haben, ist eine gründliche Isolierung der pleromatischen und periblematischen Gewebe des Sprosses

eingetreten. Letztere, die grüne sukkulente Rinde, nur durch die Blattspurstränge mit dem eigentlichen Stamm in Verbindung stehend, beginnen alsdann zu schrumpfen, da anschließend an das Korkgewebe die Wasserzufuhr in den Blattbündeln sistiert wird und hier eine Abtrennungsschichte der Leitungsbahnen die Stränge durchsetzt. Mit dem Schwunde der Rinde und ihrer Sprengung durch den wachsenden Stamm tritt der Korkmantel desselben zutage.

Eine eigentliche sekundäre Rinde (*R*, Fig. 5, 6) wird vom Pericambium II nach außen nur spärlich ausgebildet. Die Narben der Blattspurstränge bleiben in dem Korkgewebe des Stammes als grubenförmige Einsenkungen erhalten und dürften

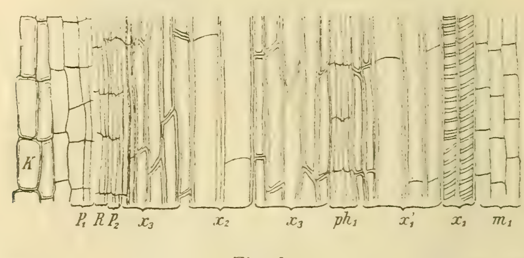


Fig. 6.

bei dem hermetischen Abschluß durch das Phellom allein den Gasaustausch zu vermitteln haben. Die Korkbildung entspricht somit dem Typus, den Leisering für *Salicornia herbacea* L. beschrieb (p. 251). Gemäß der Angaben Fraines (p. 336) geht aber der interfaszikuläre Cambiumanteil der Gattung *Salicornia* ab und es entsteht das Pericambium II unmittelbar aus dem außerhalb der primären Bündel gelegenen »pericycle«.

»These isolated arcs of meristematic tissue are rapidly joined up, so that a complete ring of cambium surronds the primary bundle system. On its inner side this meristematic layer gives rise to strongly lignified, prosenchymatous ground tissue, and at certain points groups of vessels. Where these letter are formed the cambium on its outer side produces a groupe of phloem elements; as the neighbouring cells continue

the formation of the lignified ground tissue inner side, this phloem bundles (on a radial line with the vessels) soon becomes embeded, its cambium then ceases its activity, a new cambial arc joins up the broken ring outside se embeded phloem, and the formation of lignified ground tissue is resumed.

Sekundäre Markstrahlen fehlen beiden Gattungen. In dem einheitlichen, holzigen Grundgewebe findet man die regellos angeordneten Gefäßbündel verstreut vor, von den primären, den Blattspursträngen entstammenden, durch den Mangel von Spiralgefäßen und -Tracheiden unterschieden. Das Holz besitzt beträchtliche Härte, ist spröde und bleibt in allen seinen Teilen lebenskräftig. Nur das zentrale Mark mit dem angrenzenden primären Leitgewebe stirbt später ab, so daß Querschnitte durch ältere Stämme eine Lücke im Zentrum aufweisen.

Die Anlagen von Seitensprossen (*s*, Fig. 7) bilden sich frühzeitig in den Blattachseln aus. Am Grunde des oberen, schüsselförmigen Teiles des Internodiums entsteht aus der über der Austrittstelle des Blattspurstranges gelegenen Gewebepartie ein Meristemkomplex. Aus den peripheren Teilen des pleromatischen Zentralteiles des Hauptsprosses geht das Plerom des Seitensprosses hervor, während Periblem und Dermatogen des letzteren von den entsprechenden Partien des Hauptsprosses ihren Ursprung nehmen, die in dieser Gegend lange Zeit ihren juvenilen Charakter behalten. Die Leitbündel des Seitensprosses lösen sich bei ihrem Eintritt in den Hauptsproß in Tracheidenzüge und Phloemreihen auf (*Tr*, Fig. 7), die sich teils an das gabelteilige Leitbündel ihrer Eintrittsstelle des Hauptsprosses, teils an den einmündenden Blattspurstrang anschließen, dessen stammeigene Leitungsbahnen nach Verlust der saftigen grünen Rinde ganz von dem Leitbündelsystem des Seitensprosses in Anspruch genommen werden.

Morphologische Deutung des Sprosses.

Fraine stellt in der Einleitung seiner Untersuchungen über die Anatomie der Gattung *Salicornia* (p. 317) die verschiedenen Auffassungen über die morphologische Deutung

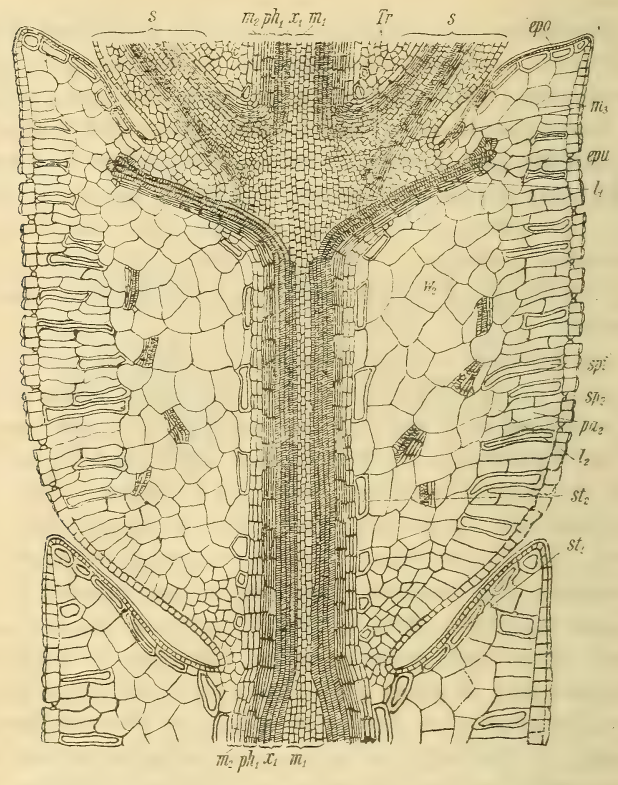


Fig. 7.

des sukkulenten, gegliederten Sprosses der *Salicornieae* zusammen. Diese lassen sich nach drei Gesichtspunkten ordnen.

Babington, Bentham und Hooker halten diese Formen für blattlos und meinen, daß die grüne oder rötliche fleischige Rinde des Internodiums die sukkulente primäre Rinde des Stammes darstelle, so daß die gesamte Assimilationstätigkeit hier vom Stamme übernommen worden wäre.

De Bary ist der Ansicht, daß die schmalen, freien Spitzen an den Sproßgliedern die kurzen, schuppigen Blätter bedeuten, welche in dekussierten Paaren angeordnet sind.

Duval-Jouve betrachtet die ganze fleischige Außenrinde als vom Blatte stammend und Dangeard (p. 159) führt aus: »Il existe dans les *Salicornieae* une gaine foliaire avec tissue en palissad. Cette gaine est et tantôt distincte de l'ecorce dans tout l'entre-nœud, parfois confendue avec l'ecorce dans la partie inférieure de l'intrenœud«. »J'ai employé le nom de ‚gaine foliaire'; il serait aussi exact peut-être de l'appeler ‚gaine stipulaire'«.

Fraine selbst schließt sich der dritten Ansicht an: »The succulent ‚cortex' of the *Salicornias* is foliar in origin«. Nach seiner Meinung stellt das fleischige Internodium den verwachsenen Basalteil eines Blattpaares vor, der der Streckung des Internodiums folgend »a tubular leaf sheath« bildete, in welcher sich die lateralen Zweige der Blattspurstränge »in reserved orientation« nach abwärts wenden und verzweigen und welche durch eine »limiting layer« vom eigentlichen »stem« getrennt wird. »A primary cortex is absent«.

Leisering (p. 251) hält die fleischigen Rindengewebe für die sukkulente Stammrinde; desgleichen spricht Solereder von »Stengeln« mit stark entwickeltem Wassergewebe, während Volkens die phyllomatische Natur dieser Teile erwägt (Chenop., p. 39).

Vorstehende Untersuchungen haben ergeben, daß bei *Arthrocnemum* am Vegetationspunkte drei Histogene angelegt werden, von denen das Plerom, mit einer Initiale beginnend, den zentralen Teil des Sprosses liefert. Dieser differenziert sich alsbald in das innerste eigentliche Mark (m_1, Fig. 1) und in einen peripheren Teil (m_2, Fig. 1), der unmittelbar an das periblematische Wassergewebe grenzt. Beide Teile sind durch primäre Markstrahlen verbunden, welche die Prokambialstränge scheiden. In den peripheren Lagen des äußeren Zentralgewebes pleromatischen Ursprunges treten alsdann die Perikambien I und II auf, durch deren Tätigkeit eine Isolierung der zentralen, später als Stamm hervortretenden Sproßregion zustande kommt. Was uns also nach Verlust der saftigen,

grünen Rinde als holziger Stamm entgegentritt, ist rein pleromatischen Ursprunges und das Plerom hat durch seine Dreiteilung in einen äußeren Markteil (m_2, Fig. 1), in die mittlere Lage der Leitbündelanlagen und primären Markstrahlen und in das innerste Mark (m_1, Fig. 1) die Rolle übernommen, die sonst in typischen Fällen dem Periblem und Plerom zukommen würde. Der periphere äußere Markteil entspricht hierbei der primären Rinde; das eigentliche Periblem des *Arthrocnemum*-Sprosses, das die sukkulente grüne Rinde des Internodiums liefert, ist phyllomatischer Natur, indem seine Derivate zum Aufbau des Mesophylls der Blattanlagen dienen und mit der Streckung der Sproßglieder, welcher die Blattbasen folgen, der Achse einverleibt werden bis nach dem Auftreten des Pericambiums I diese Gewebe absterben. Das Abwelken der sukkulenten, grünen Rinde kommt hiermit einem Laubfall gleich, wie auch aus der Absperrung der Blattspurstränge beim Eintritt dieses Vorganges in der Fortsetzung des Pericambiums I, das ist an der Peripherie des Stammes erhellt. Bei der Anlage der Seitensprosse in den Blattachseln wird das Plerom der sekundären Achsen vom peripheren Markteil (m_2, Fig. 1) der Hauptachse aus angelegt, während das Periblem von den zentrifugalen Lagen stammt und als phyllomatischer Natur zu bezeichnen ist.

Diese Verhältnisse legen die Deutung nahe, daß der Sproß von *Arthrocnemum* in seiner extremen ökologischen Anpassung phyllomatische Gewebe axial angeordnet hat, um auf diese Art eine Reduktion der transpirierenden Oberfläche zu erzielen und gleichzeitig das Mesophyll zur Wasserspeicherung verwenden zu können, was eine bessere Ökonomie bedeutet als der einfache Übergang der Assimilationstätigkeit auf die primäre Stammrinde, wie wir dies beim Ginstertypus vorfinden; denn das sukkulente Internodium assimiliert nicht nur, sondern speichert auch Wasser.

III. Die Anatomie der Wurzel.

Dieses Kapitel findet in der Arbeit Fraine's nur eine kurze Behandlung. »The primary root is always diarch in structure and has always a very well marked endodermis. Even the

youngest roots have a well formed aerating zone in the cortex.«

Der anatomische Bau der Wurzel von *Arthrocnemum* erscheint aber interessant genug, um nach Beschreibung der Anatomie des Sprosses auf gleiche Weise die entsprechenden Gewebskomplexe der Wurzel zu untersuchen. Diese lassen sich analog auf drei wohl abgrenzbare Histogene, das Plerom, das Periblem und Dermatogen zurückführen, welch letzteres mit dem Calyptrogen aus einem gemeinsamen Urmeristem hervorgeht. Das Plerom entspringt ebenfalls einer Initiale und liefert den fünf Zellagen mächtigen Zentralteil der Wurzel. Aus dem einschichtigen Periblem entsteht das Rindengewebe von drei bis vier Zellagen Mächtigkeit, auf welches nach außen das Dermatogen folgt, das dem Hautgewebe seinen Ursprung gibt. Das Calyptrogen bildet eine Wurzelhaube aus, welche der sich entwickelnden Wurzel gar nicht weit folgt. Infolge der geringen Mächtigkeit des Rindengewebes ist die primäre Wurzel dünn. Eine »aerating zone« bestehend aus einem »large intercellular space bridge over at intervals by long narrow trabeculae« wie Fraine (p. 337) für die Gattung *Salicornia* angibt, ist bei der Wurzel von *Arthrocnemum* nicht vorhanden. Erst mit Eintritt des sekundären Dickenwachstums erlangt die Wurzel einige Mächtigkeit (bei *A. indicum* und *A. macrostachyum* bis 8 *mm*). Während die Freilandformen typische, wenig verzweigte Pfahlwurzeln besitzen, entwickelten die Kulturexemplare von *A. glaucum* ein reiches Wurzelsystem unter Zurücktreten der sonst herrschenden Primärwurzel.

Das Hautgewebe.

Median am Scheitel der Wurzelspitze liegt das gemeinsame Urmeristem des Dermatogens und Calyptrogens. Aus diesem entsteht nach innen zu durch Ausbildung perikliner Scheidewände das Hautgewebe, während nach außen auf gleiche Weise die Wurzelhaube gebildet wird, deren Zellreihen sich gegen die Peripherie lockern und beim Wachstum der Wurzel abgeschülfert werden. Die letzten Reste der Calyptra

finden sich dicht unterhalb der meristematischen Region der Wurzelspitze.

Die Zellen des Wurzelhautgewebes strecken sich außerhalb der Wurzelhautgegend mehr und mehr, wobei die Anlagen der Wurzelhaare aufzutreten beginnen (*wh*, Fig. 10,

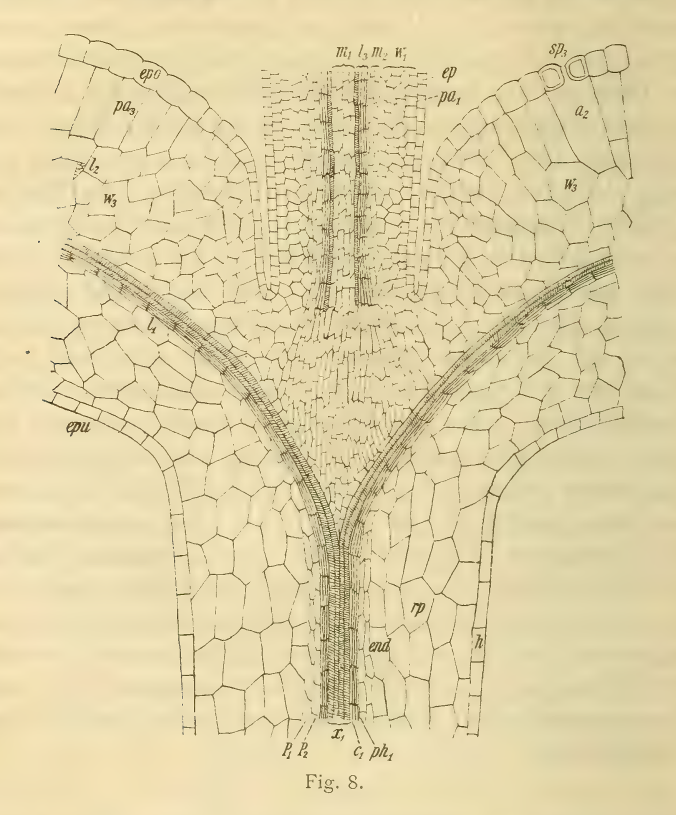


Fig. 8.

12, 13). Diese bilden eine beschränkte Zone um die primäre Wurzel. Die Trichome welken nach Sistierung der Absorptionstätigkeit des Hautgewebes ab, wobei gleichzeitig der Schwund desselben beginnt (*h*, Fig. 13).

Das Rindengewebe.

Das ursprünglich einfache Periblem teilt sich bald in zwei Zellschichten, aus denen schließlich das aus zwei bis

drei Lagen bestehende Rindengewebe hervorgeht. Dieses besteht aus großlumigen, längsgestreckten Zellen, denen sklerenchymatische Elemente, wie wir sie in der sukkulenten Sproßrinde fanden, abgehen. Die innerste Zellage entwickelt sich frühzeitig zu einer Endodermis mit typischen Caspary-schen dunklen Punkten an den Radialwänden (*end*, Fig. 10, 11, 12, 13). Dieser Zellring weist Stellen auf, wo durch tangentiale Wände zwei dünnwandige Zellen gebildet werden, deren reichlicherer Plasmagehalt und großer Zellkern auffallen;

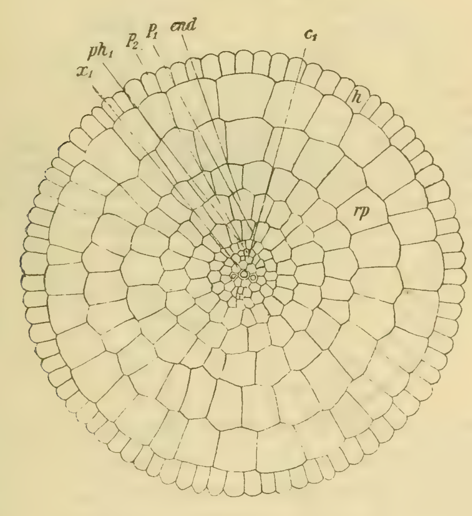


Fig. 9.

diese Elemente dürften als Durchlaßzellen fungieren. Sobald sich an der Peripherie der Stele das Phellogen entwickelt hat und durch seine Tätigkeit auch hier ein hermetischer Abschluß zwischen den Geweben des Pleroms und Periblems erzielt worden ist, beginnt das Rindengewebe der Wurzel abzusterben und der Korkmantel übernimmt den Schutz der Wurzel nach Eintritt des Dickenwachstums derselben.

Die Stele.

Der aus der Initiale des Pleroms entstehende Zentralteil der Wurzel besteht in frühen Stadien aus fünf Zellagen. Die

zwei innersten stellen das Procambium des Xylems dar. Hier werden Spiral- und Ringgefäße angelegt (x_1, Fig. 10, 11, 12, 13, 14). In der dritten Lage des Pleroms treten vier Prokambialstränge auf, welche die Phloemelemente ergeben (ph_1, Fig. 10, 11, 12, 13, 14). So entwickelt sich eine primäre, tetrarche Stele, indem durch die Tätigkeit des dritten Zellringes (c_1, Fig. 10, 11, 13) zentripetal einfache Holzgefäße

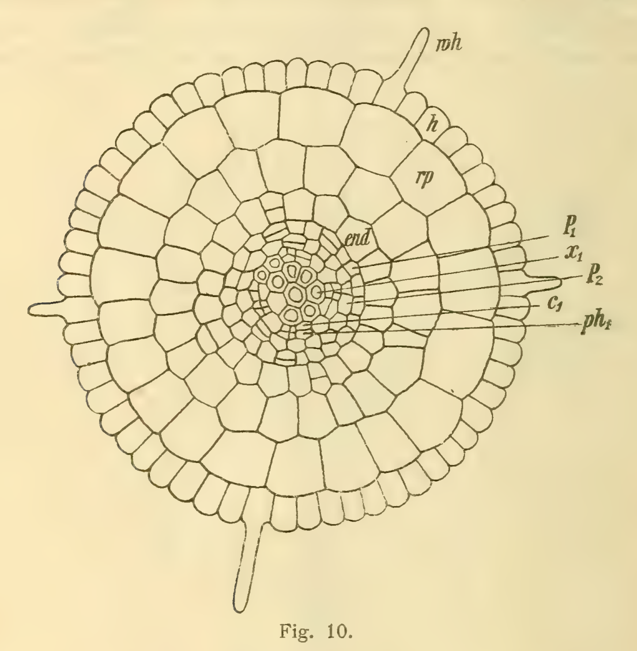


Fig. 10.

mit totaler Auflösung der Querwände und zentrifugal weitere Phloemelemente an den erwähnten vier Stellen der Prokambienstreifen angelegt werden.

Die zwischen diesen Partien gelegenen Abschnitte des dritten Zellringes entwickeln sich gleichzeitig mit und lassen radiale Reihen parenchymatischer Natur entstehen. Hier tragen also nur die intrafaszikulären Kambien zur Entwicklung der tetrarchen Stele bei, während die kambiale Tätigkeit in den den primären Markstrahlen des Sprosses entsprechenden Teilen nur indifferentes Gewebe ausbildet, das eine unverholzte Grundmasse darstellt. Sobald die Stele auf diese Weise einige

Mächtigkeit erlangt hat, hört die Tätigkeit der Kambien auf und es bildet sich nun in der vierten Zellage des Pleroms das Pericambium II (P_2, Fig. 10, 11, 12, 13), in der fünften das Pericambium I (P_1, Fig. 10, 11, 12, 13). Ersteres bettet die Stele in prosenchymatisches Grundgewebe ein und legt nach außen vorrückend analog dem Dickenwachstum des Sprosses verstreute Gefäßbündel in der holzigen Grundmasse

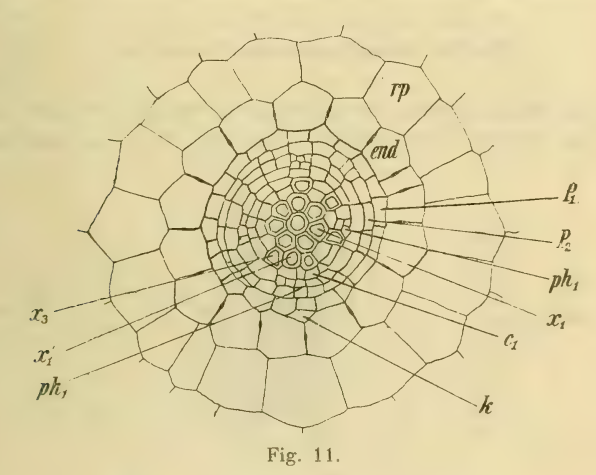


Fig. 11.

an. Gleichzeitig verholzen auch die erwähnten parenchymatischen Komplexe zwischen den Phloempartien der tetrarchen Stele, welche den primären Markstrahlen entsprechen. Die nach außen entwickelte sekundäre Rinde ist auch bei der Wurzel auf wenige Zellen beschränkt. Das Pericambium I ergibt als Phellogen (P_1, Fig. 10, 11, 12, 13) einen Korkmantel um den Zentralzylinder, der nach Absterben der primären Rinde als Hautgewebe fungiert.

Querschnitte durch ältere Wurzeln (Fig. 14) und ältere Stämme unterscheiden sich also nur im zentralen Teile, wo bei ersteren die holzige Grundgewebemasse, bei letzteren die Reste des innersten Markes sich vorfinden.

Die von Fron (Solereder, p. 265) und Fraine gemachten Angaben über den diarchen Aufbau des Zentralzylinders bei der Gattung *Salicornia* können demnach nicht auch für *Arthrocnemum* gelten.

Aus dem Pericambium II nehmen auch die Seitenwurzeln ihren Ursprung, indem hier frühzeitig ein Vegetationspunkt angelegt wird, dessen Pleromteil sich als Tracheidenkomplex an die entsprechenden Elemente der Stele angliedert und mit seinen Bastpartien an jene des Zentralzylinders anschließt. In Aufbau und Wachstumsvorgängen gleichen die Nebenwurzeln der Hauptwurzel völlig.

III. Die Anatomie des Keimlings.

Der bogig gekrümmte Embryo verläßt den Samen als Keimling, dessen Cotyledonen über der Plumula zusammen-

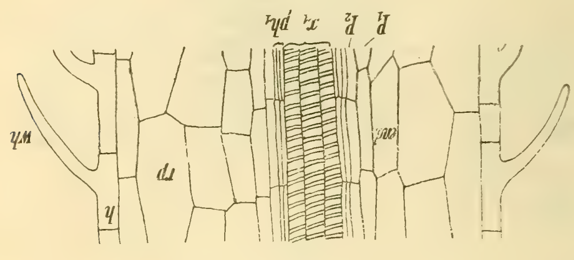


Fig. 12.

geklappt sind, während das langgestreckte Hypocotyl in einer scharf abgesetzten Radicula endigt. Die Cotyledonen bleiben lange Zeit erhalten und besitzen das Aussehen von monosymmetrischen, fleischigen Blättern, deren Oberseite Stommata (sp_3, Fig. 8) aufweist, die sich von denen des Sprosses durch geringe Cutinisierung und oberflächliche Lage unterscheiden. Untersucht wurden allerdings nur Keimlinge aus den erwähnten Kulturen, weshalb diese Verhältnisse auch sekundäre Veränderungen bei geänderten äußeren Umständen bedeuten können.

Unter dem oberseitigen Hautgewebe (*epo*, Fig. 8) liegt ein Palissadenparenchym mit tiefreichenden Atemhöhlen (a_2, Fig. 8). Die Zellen dieses Gewebes besitzen Chlorophyll, wenn auch in geringerer Menge als beim Sprosse. Gewöhnlich tritt das Palissadengewebe der Cotyledonen (pa_3, Fig. 8) zwei Zellagen mächtig auf und die kultivierten Exemplare besitzen

in demselben keine Spikularzellen, was wieder mit den veränderten Lebensbedingungen zusammenhängen kann. Den größten Teil des Mesophylls nimmt ein hyalines, großzelliges Gewebe (w_3, Fig. 8) ein, in welchem die Verzweigungen der Cotyledonenstränge verlaufen (l_2, Fig. 8), um im Palissadenparenchym zu endigen.

Das Hautgewebe der Unterseite der Keimblätter (*epu*, Fig. 8) ist aus in der Längsrichtung gestreckten Zellen zusammengesetzt, welche in das Hautgewebe des Hypokotyls übergehen (*h*, Fig. 8). Ebenso strecken sich die Zellen des hyalinen Mesophylls in der Richtung der Achse und schließen sich an das Rindenparenchym (*rp*, Fig. 8) des Hypokotyls an.

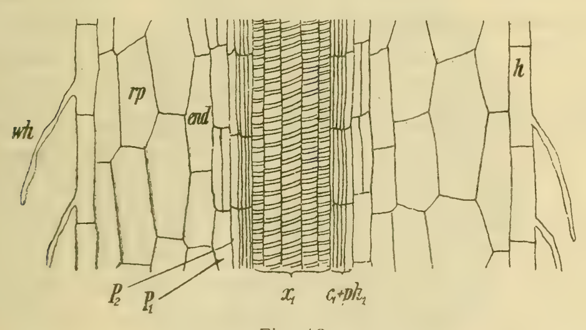


Fig. 13.

Dieses besteht aus vier bis fünf Zellagen, deren innerste eine Endodermis bildet (*end*, Fig. 8). Zentral liegt das diarche Leitbündel des Keimlings, das sich in zwei kollaterale Stränge spaltet, die in die beiden Kotyledonen auszweigen (l_1, Fig. 8) und sich daselbst verästeln (l_2, Fig. 8). Ähnlich wie die primäre Wurzel besitzen auch die ganz jungen Keimlinge einen Zentralzylinder, der aus fünf Zellagen besteht, deren zwei innerste zum primären Holzteil der Stele werden (x_1, Fig. 9), während in der dritten zwei gegenüberliegende Phloemstreifen (ph_1, Fig. 9) zur Ausbildung gelangen. Zwischen Phloem- und Xylemteil liegen primäre Kambien (c_1, Fig. 9). Auf die vierte und fünfte Zellage folgt die Anlage der Endodermis (*end*, Fig. 9), dann das Rindenparenchym (*rp*, Fig. 9) und das Hautgewebe (*h*, Fig. 9). Sobald sich die beiden Keim-

blätter geöffnet haben und die beiden Vegetationspunkte des Sprosses und der Wurzel in Tätigkeit getreten sind, beginnen im Zentralteil des Keimlings Veränderungen aufzutreten. In der diarchen Stele bilden sich in der dritten Zellage kreuzständig zu den vorhandenen Phloemanlagen zwei neue Kambialpartien, durch deren Tätigkeit die Stele tetrarch wird und den gleichen Charakter erhält, wie jene der Wurzel, an die sie sich anschließt. Der Anschluß an die vier Gefäßbündel

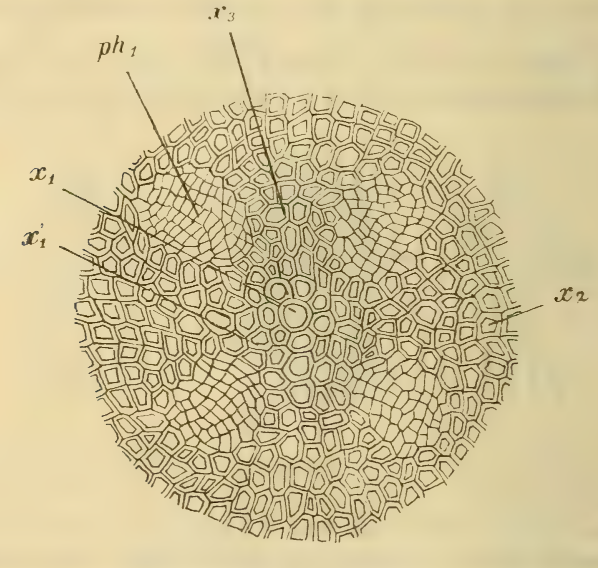


Fig. 14.

des Sprosses vollzieht sich derartig, daß die beiden Keimblattstränge sich mit den Gabelästen des einen Paares von den Leitbündeln in der Stele des Hypokotyls vereinigen, während das andere Paar ohne sich zu gabeln in die zuletzt angeleglen Teile der tetrarchen Stele übergeht.

Dieser Übergang des Leitungssystems in die Wurzel ist somit äußerst einfach und ist nicht mit van Tieghem's Typus III zu identifizieren, wie Fraine für die Gattung *Salicornia* gefunden hat (p. 340): »The cotyledons each contribute one bundle to the hypocotyl, almost immediately bifurcation takes place in the phloem, the metaxylem separates

into two parts and the half bundles thus formed rotate round the protoxylem until the latter is brought into the exarch position. The adjacent phloem groups next fuse, metaxylem elements are differentiated, and a typical diarch root is produced«.

Zusammenfassung und Schluß.

Für die Gattung *Arthrocnemum* Moqu. ergeben sich aus den angestellten Untersuchungen folgende charakteristische anatomische Merkmale:

1. Der aus einem deutlich differenzierten Vegetationspunkte sich entwickelnde Sproß stellt eine innige Zusammenfassung von Blatt und Stamm dar, so daß ein scheinbar blattloses, gegliedertes, sukkulentes Achsenorgan entsteht, das der Assimilation und Wasserspeicherung dient.

2. In dem Palissadengewebe der periblematischen Rinde finden sich normalerweise Spikularzellen als sekundär umgewandelte Parenchymzellen vor, welche einen Anschluß an die Gefäßbündelendigungen gewonnen haben.

3. Die vier primären, den Blattspursträngen entstammenden Gefäßbündel spalten sich paarweise beim Eintritte eines neuen Paares von Blattspursträngen abwechselnd, worauf ihre Gabeläste mit den median verlaufenden neuen Blattsträngen im Verlaufe des entsprechenden Internodiums nacheinander verschmelzen.

4. Das Dickenwachstum geht auf die Bildung eines Kambiumringes, des Perikambiums II, in der vorletzten Zellage des Zentralteiles nach außen zurück, indem sich die interfaszikulären Kambienstreifen mit extrafaszikulären Gruppen zu einem Ringe vereinigen, der unregelmäßig angeordnete sekundäre Bündel in einer prosenchymatischen Grundmasse zentripetal anlegt. Aus der äußersten Zellage des Zentralteiles geht ein Phellogenring, das Perikambium I, hervor und führt die Scheidung zwischen dem pleromatischen Stamme und der periblematischen grünen Rinde herbei, welche Erscheinung als Laubfall anzusprechen ist.

5. Die vier Gefäßbündel des Stammes konvergieren im Hypokotyl und vereinigen sich nach Spaltung und erneuter

Fusion zwecks Aufnahme der Keimblattstränge des einen Paares zu einer tetrarchen Stele, welche sekundär aus der diarchen des Keimlings entsteht und sich unmittelbar in die Wurzel fortsetzt.

6. Die Kotyledonen stellen fleischige Blätter mit oberseitigem Assimilationsgewebe und Spaltöffnungen dar, in denen sich die von der diarchen primären Stele des Embryos auszweigenden beiden Stränge verästeln, während die Rinde des Hypokotyls keine leitenden Elemente aufweist.

7. Die Wurzelstele wird vom Vegetationspunkte der Wurzel aus tetrarch angelegt, besitzt dieselben Perikambien I und II wie der Zentralteil des Sprosses und gleicht diesem völlig im Dickenwachstum. Aerenchymatische Gewebe gehen der Wurzel ab.

Die Arten der Gattung *Arthrocnemum* Moqu. sind Bewohner des Meeresstrandes und verteilen sich auf folgende Gebiete:

A. ambiguum Moq.; Australien.
A. arbuscula Moq.; südliches Neu-Holland, Süd-Australien, Viktoria.
A. coralloides Losc.; Spanien.
A. glaucum Del.; Küstengebiet der Adria, des mittelländischen und ägäischen Meeres.
A. indicum Moq.; Viktoria, Tasmanien, Ceylon, Senegal.
A. macrostachyum Bung.; Mittelmeergebiet.

Alle diese Arten umfassen typische Halophyten, welche sich an einen an Natriumchlorid und Nitraten reichen Boden extrem angepaßt haben. Mit dieser Lebensweise stehen die anatomischen Anomalien, die Reduktion der transpirierenden Oberfläche, die Einsenkung und eigenartige Ausbildung der Spaltöffnungen, das Auftreten des Wassergewebes, von Spikularzellen und Stereiden augenscheinlich im engsten Zusammenhange. Soweit die von mir angestellten Kulturversuche zu Schlüssen berechtigen, ist die physiologische Trockenheit des Standortes verbunden mit optimalem Transpirationsbedingungen der letzte Grund dieser xerophytischen Merkmale. So zeigte der Sproß von *A. glaucum*, in dampfgesättigter Luft gezüchtet

bedeutende Verlängerung der Internodien, Abflachung nach der Ebene der Blattspitzen, welch letztere deutlichen Blattcharakter entwickelten und morphologisch den Keimblättern ähnelten, Reduktion der Spikularen und Stereiden und fortschreitende Beschränkung des Wassergewebes auf die fleischigen Blätter, was wiederum für den phyllomatischen Charakter des ersteren zeugt. Die Cutinisierung der Epidermis war gering und die Spaltöffnungen lagen oberflächlich. Auch ging der Charakter der Pfahlwurzel verloren und es trat reichliches Wurzelwerk auf.

Diese leichte Veränderlichkeit der Anpassungsmerkmale bei Änderung der äußeren Lebensbedingungen läßt die Vermutung berechtigt erscheinen, daß die sukkulente Salicornieen-Form verhältnismäßig jung sein müsse, da eine so leichte und rasche Variabilität älteren Typen abzugehen pflegt. Deshalb trage ich Bedenken, mit Volkens (Chenopod. p. 51) diese Formen als Relikte einer alten Chenopodiaceen-Vegetation anzusehen. Sicher ist aber, daß der Tribus der *Salicornieae* in den Gattungen *Arthrocnemum* und *Salicornia* seine extremsten Anpassungsformen darbietet, zu welchen die Gattungen *Halopeplis* und *Halocnemum* mit zunehmender Artikulation und Sukkulenz des Sprosses den Übergang bilden.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Prof. Dr. Ritter Beck v. Mannagetta und Lerchenau, für die vielfachen Anregungen und freundlichen Unterstützungen, unter denen vorliegende Arbeit gedieh, an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

Beck v. Mannagetta-Reichenbach. Icones Florae Germanicae et Helveticae, Vol. XXIV (Leipzig und Gera 1909).

Dangeard, Structur des *Salicornieae* (Bull. soc. bot. de France. 1888, p. 157—160).

Fraine, The anatomy of the genus *Salicornia* (Journal of Linnean society, 1913, *41*, 317 bis 350).

Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie (Leipzig 1909).

Index Kewensis, Fasc. I, IV (Oxford 1893).

Leisering, Über die Korkbildung bei den Chenopodiaceen Ber. der Deutsch. bot. Ges., Bd. XVII, 251 ff.).

Solereder, Systematische Anatomie der Dikotyledonen (Stuttgart 1899).

Derselbe, Ergänzungsband zur systematischen Anatomie (Stuttgart 1908).

Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage (Jena 1898).

Volkens, *Chenopodiaceae* in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien (3. Teil, 1. Abteilung *a*, Leipzig 1893).

Derselbe, Standort und anatomischer Bau (Jahrb. Berlin. Gart., 1884, 37 ff.).

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

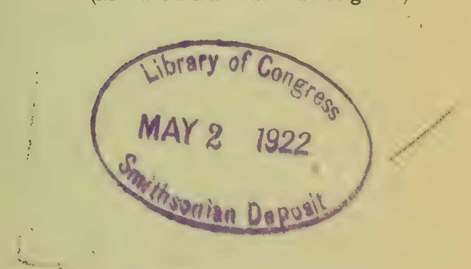
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 2. und 3. Heft

(Mit 4 Tafeln und 3 Textfiguren)



Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 2. und 3. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 2. und 3. Heft

7

Über das Wachstum des Embryos im ausgesäeten Samen vor der Keimung

Von

Marie Findeis

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

Nr. 101 der zweiten Folge

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Jänner 1917)

I. Einleitung.

In einem Referat über die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Samenkeimung weist Lakon (8) darauf hin, daß es Pflanzen gibt, deren reife, sich spontan ablösende Samen unvollkommene oder kleine Embryonen besitzen, welche nach der Aussaat vor der eigentlichen Keimung ein Wachstum im Sameninnern durchmachen.

Das Ziel meiner Arbeit ist, solche Wachstumsvorgänge bei einigen Pflanzenarten zu beschreiben. Dieses embryonale Wachstum wird von Lakon als eine Art »Nachreife« bezeichnet, wenn der Embyo im reifen Samen noch nicht die gleiche Ausgestaltung hat wie beim Keimungsbeginn.[1] Dagegen spricht Lakon von »Vorkeimung«, wenn der Embryo im reifen Samen noch nicht die gleiche Größe hat wie beim Keimungsbeginn und im Sameninnern nach der Aussaat bloß ein Wachstum bereits angelegter Organe stattfindet.[2]

---

[1] Beispiele dafür findet man bei Göbel (1).

[2] Als Beispiel beschreibt Lakon (7) *Fraxinus excelsior.*

Der Ausdruck »Vorkeimung« stammt von Lakon, der Ausdruck »Nachreife« wird häufig in allgemeinerer Bedeutung für Veränderungen unbekannter Natur gebraucht, welche sich an abgenommenen Samen einige Zeit nach der eingetretenen scheinbaren Reife vor der Aussaat vollziehen und dann ein verschiedenes Verhalten gegenüber sofort ausgesäeten bedingen.

Ich werde im Anschluß an Lakon nur bei *Fraxinus excelsior* von Vorkeimung sprechen, den Ausdruck »Nachreife« jedoch wegen der Verschiedenheit seines Umfanges vermeiden.

Wesentlich ist die Feststellung des Begriffes der eigentlichen »Keimung« oder des »Keimungsbeginnes«, da auch hier Anwendungen vorkommen, die verschieden aufgefaßt werden können.[1]

In vorliegenden Beschreibungen werde ich den Ausdruck »Keimung« ebenso wie »Keimungsbeginn« zur Bezeichnung des Wurzelaustrittes aus dem Samen anwenden.[2]

Von Pflanzenarten, auf deren unvollkommene oder kleine Embryonen in der Literatur bereits Hinweise bestehen, habe ich *Anemone hepatica* und *narcissiflora*, *Corydalis cava*, *Fraxinus excelsior* und *Paris quadrifolia* untersucht.

Außerdem habe ich bei folgenden Arten ein der eigentlichen Keimung vorausgehendes Wachstum des Embryos im Sameninnern beobachtet: *Thalictrum aquilegifolium*, *Actaea spicata*, *Caltha palustris*, *Clematis vitalba*, *Chelidonium maius*, *Fumaria capreolata*.

Im folgenden speziellen Teile werde ich unter »*A*« die über die Keimung der betreffenden Samen in der Literatur vorgefundenen Angaben anführen und unter »*B*« über meine Untersuchungen und Beobachtungen berichten.[3]

Um eine vergleichsweise Übersicht der Keimungsverhältnisse bei den verschiedenen Samenarten zu ermöglichen, habe ich den Versuchsbeschreibungen Tabellen angeschlossen, aus

---

[1] Ich werde im speziellen Teil bei *Corydalis* darauf zu sprechen kommen.

[2] Die gleiche Definition des »Keimungsbeginnes« gibt Wiesner (13).

[3] Längeren Einzelbeschreibungen fügte ich unter »*C*« eine Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse an.

denen die Versuchsdauer, die Zahl der insgesamt aufgetretenen Keimungen sowie der während der Versuchsdauer auf die Größe der enthaltenen Embryonen untersuchten Samen zu ersehen ist. Versuche, bei denen während der Versuchsdauer Änderungen des Substrates oder Verletzungen der Samen vorgenommen wurden, habe ich in die Tabellen nicht aufgenommen. Ferner versuchte ich, durch eine Reihe von Zeichnungen das Wachstum der Embryonen im Sameninnern zu veranschaulichen.

II. Untersuchungen einzelner Pflanzenarten.

Anemone.

A.

Bei den Anemonen ist der Embryo bald dikotyl, bald akotyl, meist ist er ein kugeliger, ungegliederter Zellkörper. Die Keimung findet erst im Jahre nach der Samenbildung statt (die Wurzel durchbricht aber in einigen Fällen schon im Herbst das Perikarp) (1).[1]

Die Keimung wird durch Licht begünstigt (5).[2]

B.

Trotzdem *Anemone hepatica* im Wienerwald ungemein häufig ist, habe ich nur selten, an höher gelegenen sonnigen Stellen, reife Früchte gefunden. Diese sind beim Abfallen meist noch grün und bräunen sich erst nach und nach im Keimbett.

Die Samen enthalten einen ungegliederten Embryo (siehe Taf. I, Fig. 1).

Bei einem Versuchsbeginn im November 1915 traten im Jänner 1916 die ersten Keimlinge auf (siehe Tabelle 1). Beim Hervortreten der Radikula aus dem Samen hatte der Embryo nahezu die ganze Samenlänge, d. i. das 16-fache seiner Länge bei der Fruchtreife, erreicht.

In den ungekeimten Früchten waren Embryonen in allen Übergangsstadien zu finden. Die Keimungen traten sehr vereinzelt, die letzte am 19. November 1916 auf. Auch dann war

---

[1] Die in ( ) beigesetzten Ziffern verweisen auf das Literaturverzeichnis p. 24.

[2] Über die Beeinflussung der Samenkeimung durch Licht siehe auch Lehmann (9).

noch ein gesunder, ungekeimter Samen vorhanden. Vor der Keimung erfolgte eine Schwellung der Samen, wodurch das Perikarp in zwei Hälften gesprengt wurde.

Nach dem Keimungsbeginn schreitet das Wachstum langsam fort. Bei den Jännerkeimlingen aus dem Laboratorium wird die Testa erst im September abgestreift. Im Freien findet das Hervorbrechen der Radikula bereits im Herbst des Reifejahres statt. Im Jänner sind schon Keimpflanzen zu finden, welche die Testa abgestreift haben.

Bei der Gebirgspflanze *Anemone narcissiflora* (Taf. I, Fig. 6 bis 10), welche einen kleinen dikotylen Embryo besitzt, wurde in der Zeit vom November 1915 angefangen ein langsames Wachsen der Embryonen (besonders der Keimblätter) beobachtet. Im Mai 1916 hatte der Embryo das Fünffache der ursprünglichen Länge erreicht. Die erste Keimung erfolgte im September 1916.

Thalictrum

(Taf. I, Fig. 17 bis 21).

A.

»Unter den *Thalictrum*-Arten gibt es solche, deren sehr langsame Keimung sich überhaupt nur im Licht vollzieht«. *Thalictrum aquilegifolium* keimt im Licht in 4 Jahren zu 100% bei einem Keimungsbeginn im zweiten Monat nach der Aussaat (5).

B.

Am 26. August 1915 habe ich Früchte von *Thalictrum aquilegifolium* gesammelt, die zwar noch fest an den Stielen hingen, aber ganz trocken und braun waren. Die Samen enthielten einen kleinen dikotylen Embryo. Im Jänner 1916 erfolgte die erste Keimung im Licht, in ungekeimten Samen waren die Kotyledonen merklich gewachsen. Bis Ende März hatte der Embryo in ungekeimten Samen mehr als das Doppelte der ursprünglichen Länge erreicht. Welche Größe der Embryo im Momente des Keimungsbeginnes hat, habe ich nicht feststellen können, da ich an den ersten Keimlingen ihre Weiterentwicklung beobachten wollte und mir zu einer Wiederholung der Versuche das nötige Material fehlte.

Nach dem Keimungsbeginn geht die Weiterentwicklung der Keimpflanzen schneller vor sich als bei *Anemone hepatica*.

Actaea

(Taf. I, Fig. 22 bis 26).

A.

Die Keimung der Samen von *Actaea spicata* wird zunächst durch Licht beeinträchtigt. Im zweiten und dritten Jahr der Keimung aber erweist sich die Belichtung als förderlicher. Die Keimung ist auch weiter eine sehr verzögerte. »Die Keimblätter erscheinen wie bei *Asarum*, *Corydalis* (siehe bei *Corydalis*) *Arctostaphylos* erst $1^1/_2$ bis 2 Jahre nach der Keimung« (5).

B.

Im August 1915 habe ich die schwarzglänzenden, eben abfallenden Beeren von *Actaea spicata* gesammelt. Die braunen, scheibenförmigen, harten Samen zeigten nach dem Auslösen aus dem saftigen Fruchtfleisch keinerlei Schrumpfung, hatten also zweifellos die äußere Samenreife erreicht. Im Innern enthielten sie einen kleinen Embryo, der eben die Anlage der beiden Keimblätter erkennen ließ. Die Keimung erfolgte im Dunkeln früher und in größerer Zahl als im Licht. In den Blumentöpfen begann die Keimung im März 1916.

In den dunkel gehaltenen ungekeimten Samen war die Entwicklung des Embryos weiter vorgeschritten als bei den licht gehaltenen. Bei Keimungsbeginn hatte der Embryo fast die ganze Samenlänge, d. i. mindestens das Fünffache seiner ursprünglichen Länge, erreicht. Bei dunkel gehaltenen Samen war der Embryo in ungekeimten Samen auch bis zum Achtfachen seiner ursprünglichen Länge herangewachsen.

Mitte Juli 1916 hatten die Versuchskeimlinge schon sehr lange und verzweigte Wurzeln, die Keimblätter waren aber noch immer von der Testa umschlossen. Am 3. September 1916 war ein Keimling mit ausgebreiteten Keimblättern vorhanden. Mehrere abgestreifte Samenschalen ließen schließen, daß das Abstreifen der Testa im August stattgefunden habe. Im Freien habe ich Ende August Keimpflanzen mit zwei gut entwickelten ausgebreiteten Keimblättern, in der Regel auch mit dem ersten Laubblatt, an dessen Grund bereits eine Winterknospe angelegt war, gefunden.

Würde das Erscheinen der Keimblätter mindestens $1^1/_2$ Jahre brauchen, so müßten bei einer Wurzelkeimung im März im August unbedingt Keimlinge zu finden sein, deren Keimblätter noch in der Testa stecken. Ich habe solche aber nicht gefunden.

C.

Actaea spicata hat einen kleinen Embryo, der sich im Sameninnern nach der Aussaat weiter entwickelt. Dieses Wachstum wird durch Dunkelheit begünstigt. Wenn der Embryo seine volle Länge erreicht hat, dürfte Belichtung die Auskeimung der Samen fördern. Die Weiterentwicklung der Keimlinge erfolgt sehr langsam, das Abstreifen der Testa erst ein halbes Jahr nach dem Wurzelaustritt.

Clematis

(Taf. I. Fig. 11 bis 16).

A.

»*Clematis vitalba* keimt nach kürzerer Frosteinwirkung im Licht, nach stärkerer auch im Dunkeln« (5).

B.

Im Oktober 1915 gesammelte Früchte von *Clematis vitalba* enthielten einen kleinen Embryo; die Keimung erfolgte nur im Licht. In den ungekeimten, licht gehaltenen Früchten war der Embryo merklich gewachsen, in den dunkel gehaltenen war kein Wachstum des Embryos zu beobachten.

Am 28. November 1915 wurden nach dreitägigem Schneewetter neuerdings Früchte gesammelt, welche bereits nach 3 Wochen im Dunkeln in großer Zahl keimten. In den ungekeimten Früchten war der Embryo auf das Dreifache der ursprünglichen Länge, d. i. ungefähr bis zur halben Samenlänge herangewachsen. Vor der Keimung erfolgte eine Schwellung der Samen (ebenso wie bei *Anemone hepatica*), wodurch das Perikarp in zwei Hälften gesprengt wurde.

Die Keimblätter entfalten sich in der Regel 7 Tage nach dem Wurzelaustritt.

Caltha
(Taf. II, Fig. 16 bis 20).

A.

Die Keimung von *Caltha palustris* wird durch Licht begünstigt; im Dunkeln erscheint erst nach einem halben Jahr der erste Keimling (5).

B.

In den frisch geernteten, braunglänzenden Samen von *Caltha palustris*, die aus den offenstehenden Kapseln ausgeschüttelt wurden, habe ich kleine Embryonen vorgefunden, deren größte Ausdehnung in der Länge nie der halben Samenlänge gleichkam.

Im Juni 1915 gesammelte und mehrere Wochen trocken gehaltene Samen, die im November ausgesäet wurden, ließen die erste Keimung am 15. Mai 1916 beobachten. In ungekeimten Samen waren vollständig ausgewachsene Embryonen und solche in verschiedenen Wachstumsstadien zu finden.

Am 1. Juni 1916 wurde in Laxenburg bei Wien neues Material geerntet. Die Samen wurden am 8. Juni 1916 teils sofort in licht gehaltene Petrischalen oder in feuchtes Moos gelegt, oder sie wurden vorher längere Zeit in Wasser liegen gelassen. Dabei konnte folgender Vorgang beobachtet werden.

In der Regel erfolgte 10 Tage, nachdem die Samen den geeigneten Keimungsbedingungen ausgesetzt worden waren, bei einer größeren Anzahl von Samen eine Sprengung der Samenschale in zwei Hälften. Aus der gesprengten Testa trat das stark angeschwollene Endosperm hervor.

In größter Zahl fanden sich diese Sprengungen bei den in feuchtem Moos liegenden, in geringerer Zahl bei den in Petrischalen liegenden und vereinzelt auch bei in Glasgefäßen auf dem Wasser schwimmenden oder untergesunkenen Samen.

Werden die aufgesprungenen Samen sofort nach dem Aufspringen untersucht, so lassen sie einen Embryo erkennen, der bereits die halbe Samenlänge erreicht hat.

In der Regel 2 Tage nach der Sprengung der Testa bricht die Radikula aus dem Endosperm hervor. Jetzt ist der Embryo im Innern bis zur vollen Samenlänge ausgewachsen. Nach weiteren 4 Tagen sind unter fortschreitendem Wachstum und

Ergrünen der Keimblätter die Reste des Endosperms aufgezehrt und die Kotyledonen streifen die spröde Testa und ein darunter befindliches dünnes Häutchen ab.

Bei den im Wasser liegenden Samen konnte die Beobachtung gemacht werden, daß beim Herausnehmen der Samen aus dem Wasser und Auslegen auf feuchtem Filtrierpapier nach 24 Stunden eine große Anzahl von Samen aufsprang (von 800 Samen 391) und daß diese größtenteils nach 2, bis zum letzten Rest nach 8 Tagen die Radikula hervortreten ließen.

Im Freien habe ich am 1. Mai 1916 zur Zeit der *Caltha*-Blüte zahlreiche Keimlinge mit eben hervorbrechender Radikula beobachtet. Keimlinge mit eben ausgebreiteten Keimblättern habe ich auch im Juli und August gefunden.

C.

Aus den gemachten Beobachtungen geht hervor, daß bei *Caltha palustris* in den völlig ausgereiften Samen der eigentlichen Keimung ein Wachstum des Embryos im Sameninnern vorausgeht, welches im günstigsten Falle bloß einen Zeitraum von 10 Tagen in Anspruch nimmt.

Die günstigsten Verhältnisse sind Zutritt von großen Feuchtigkeitsmengen und Sauerstoff, wie sie feuchtes Moos, in das die *Caltha*-Samen leicht geraten können, am besten darbietet.

Bei Samen, die diese Verhältnisse nicht vorfinden, oder die eine geringere Keimungsenergie haben, vollzieht sich das Wachstum im Sameninnern langsamer. Solche Samen haben dann mitunter auch nicht mehr die Fähigkeit, die Testa zu sprengen, sondern nachdem der Embryo im Innern völlig ausgewachsen ist, tritt die Radikula aus dem ungesprengten Samen aus (dies wurde bei den vereinzelten Keimungen, die mit den Samen der ersten Ernte erzielt wurden, beobachtet).

Da das Wasser den Zutritt der Luft bis zu einem gewissen Grade hemmt, konserviert es die Samen am besten, die aus den Früchten in großer Zahl ins Wasser fallen. Beim Sinken des Wasserspiegels in mit *Caltha* bewachsenen Wasserläufen gelangt dann eine größere Zahl von Samen zur Keimung. Samen, die längere Zeit trocken gelegen sind, brauchen, wenn ihnen nach dem Austrocknen wieder günstige Keimungs-

bedingungen geboten werden, eine längere Zeit (mehrere Monate), bis der Embryo ausgewachsen ist. So ist es begreiflich, daß bei einer Fruchtreife im Juni viele Samen erst im April des nächsten Jahres zur Keimung gelangen.[1]

Corydalis

(Taf. II, Fig. 1 bis 5).

A.

Im reifen Samen von *Corydalis cava* erscheint der Embryo nur als ein abgegrenzter kleiner Zellkomplex in dem ihm gleichartigen Gewebe des ölreichen Endosperms, so daß er nur in der Minderzahl untersuchter Samen überhaupt auffindbar ist, während seine Auffindung im unreifen Samen keine Schwierigkeiten macht (2).

»Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Embryo in den Samen unserer meisten perennierenden *Corydalis*-Arten sich erst nach dem Abfallen derselben entwickelt. Im Herbst sind alle Teile des Embryos schon deutlich ausgebildet. Im nächsten Frühjahr tritt der Keimling aus dem Samen aus« (3).

»Bei den knollentragenden *Corydalis*-Arten trägt der Keimling nur ein (aus der Verwachsung von zweien entstandenes) Keimblatt« (12).

»Die Samen von *Corydalis cava* keimten im Lichte nach 7 Monaten, im Dunkeln nach 12 Monaten,[2] doch war es erst nach 3 Jahren ganz sicher, daß hier eine wirklich normale Keimung vorliegt« (5 *a*).

[1] Im Anschluß an die Besprechung der Ranunculaceen möchte ich bemerken, daß ich in unreifen Samen von *Aconitum rostratum* sehr kleine, in reifen Samen von *Aconitum napellus* (Handelsware) etwas größere, in Samen, die ein halbes Jahr im Keimbett lagen, vollständig ausgewachsene Embryonen gefunden habe. Ich habe diese Versuche hier nicht näher angeführt, da es sich im ersten Falle um unreife, im zweiten Falle um Samen handelte, deren Alter mir nicht bekannt war.

[2] Da Kinzel die Entwicklung der Samen bloß äußerlich beobachtete und keine Samenschnitte machte, mußte er über die eigenartigen Keimungsverhältnisse von *Corydalis* im Unklaren bleiben. Ihm erscheint daher das die Testa sprengende und allmählich anschwellende Endosperm als Embryo, an dem erst »nach 2 Jahren ein Würzelchen und dann in rascher Folge die beiden (?) Keimblätter erscheinen«. (Auf p. 21 schreibt Kinzel, daß die Keimblätter erst 1½ bis 2 Jahre nach der Keimung erscheinen.) Als »Keimung« faßt er dementsprechend bereits die Sprengung der Testa auf, wonach allerdings bei Laboratoriumsversuchen noch 1½ bis 2 Jahre bis zum Hervortreten der Radikula (dem eigentlichen Keimungsbeginn) vergehen können.

B.

Ich habe in den unreifen Samen von *Corydalis lutea* den Embryo als kleinen, ungegliederten Zellkörper vorgefunden. In den reifen Samen von *Corydalis cava* wird der Embryo undeutlich, weil er sich von dem Nachbargewebe zu wenig differenziert.

Im Juni 1915 gesammelte, Mitte Juli ins Freie ausgesäete Samen enthielten im Oktober 1915 einen kleinen Embryo, ebenso wie im September an ihrem natürlichen Standort gesammelte.

Im November 1915 wurden Samen der Juniernte in Petrischalen auf feuchtes Filtrierpapier und in Blumentöpfe ausgesäet. Das gleiche geschah mit den Samen der Septemberernte. Diese ließen im Laufe des Winters ein langsames Wachstum des Embryos im Sameninnern beobachten, im März 1916 war der Embryo vollständig ausgewachsen. Bei den Samen der Juniernte konnte gleichfalls ein Wachstum des Embryos festgestellt werden. Keimungen erfolgten im März 1916 aber nur bei jenen Samen, die über Winter im Freien in der Erde gelegen waren.

Im September 1915 waren im Freien vereinzelt Samen zu finden, deren Testa durch Anschwellung des Endosperms in zwei Hälften gesprengt war. Solche Sprengungen der Testa erfolgten bei den Laboratoriumsversuchen, die im November 1915 mit den Samen der Juniernte angestellt worden waren, erst ab 28. Juli 1916. Eine eigentliche Keimung konnte bei den Laboratoriumsversuchen bis November 1916 nicht beobachtet werden.

Im April 1916 habe ich in Laxenburg im Freien ziemlich viele Keimlinge gefunden, die ein langgestieltes, schmales Keimblatt und einen kleinen hypokotylen Knollen besaßen.

C.

Die Samen von *Corydalis cava* reifen anfangs Mai. Sie enthalten einen ungegliederten Embryo, der im abgefallenen Samen weiterwächst und im September bereits die Radikula und das gefaltete Keimblatt erkennen läßt.

Werden die Samen in diesem Zustande gesammelt und trocken aufbewahrt, so wächst der Embryo nicht weiter, die Samen behalten aber ihre Keimfähigkeit. Werden die Samen den Keimungsbedingungen ausgesetzt, so erfolgt eine Weiterentwicklung des Embryos im Samen, wobei das Endosperm häufig so stark anschwillt, daß die Testa in zwei Hälften gesprengt wird. Nach Sprengung der Testa sind die Samen gegen Wassermangel und Frost sehr empfindlich. Eine gewalt-

same Sprengung der Testa hat in der Regel das Zugrundegehen der Samen zur Folge.

Im Freien erfolgt im März des nächsten Jahres die Keimung. Die Radikula tritt aus dem Endosperm hervor, längstens einen Monat darnach streift das der Länge nach gefaltelte Keimblatt ein unter der Testa liegendes dünnes Häutchen ab und entfaltet sich; es bildet sich der hypokotyle Knollen aus, das Keimblatt stirbt ab und die Weiterentwicklung der Pflanze erfolgt in der nächsten Vegetationsperiode.

Im Laboratorium vollzieht sich der ganze Keimungsprozeß viel langsamer.

Welche Faktoren beim Verweilen der Samen im Freien den frühzeitigeren Keimungsbeginn bewirken, ist bis jetzt noch nicht erwiesen.

Fumaria

(Taf. II, Fig. 6 bis 10).

A.

»*Fumaria officinalis* keimt im Sommer und Herbst, *Fumaria Vaillanti* dagegen im Frühjahr« (3).

»Bei *Fumaria Vaillanti* geht der Samen mit großer Raschheit seiner Entwicklung entgegen« (2).

B.

Ich habe in den Früchten der beiden einheimischen Arten *Fumaria officinalis* und *Fumaria Vaillanti* sowie in den Früchten der mediterranen Art *Fumaria capreolata* kleine, aber wohlausgebildete Embryonen gefunden, die in Größe und eigentümlicher, scheinbar exzentrischer Lage im Endosperm ganz den Embryonen der im September gesammelten Samen von *Corydalis cava* entsprachen.

Die Reifung der *Fumaria*-Früchte erfolgt im Juli und August. Die Früchte haben ein häutiges, grünes Perikarp, das im Keimbett verfault.[1] Darunter liegt die harte Testa, die bei

[1] Daher müssen bei den Versuchen die Samen nach 1 bis 2 Wochen abgewaschen werden.

Fumaria officinalis und *F. Vaillanti* sehr stark, bei *Fumaria capreolata* viel schwächer ausgebildet ist.[1]

Bei mehreren Versuchsreihen, die ich mit dieser letzteren Art anstellte, konnte ich beobachten, daß bereits nach einer Woche bei einigen Samen die Testa gesprengt wurde, das stark anschwellende Endosperm hervortrat und aus diesem nach 1 bis 2 Tagen die Radikula hervorbrach.

Samen, die in diesem Zustand (bei Keimungsbeginn) untersucht wurden, ließen einen bogenförmig durch das Endosperm hindurchgewachsenen Embryo. beobachten. Bei eben aufgesprungenen Samen war der Embryo in der Regel bis zum Doppelten der ursprünglichen Länge herangewachsen, es zeigten aber auch ungekeimte, nicht aufgesprungene Samen bei der Untersuchung einen vollständig ausgewachsenen Embryo.

Bei Versuchen, die mit im Juli und August 1916 geernteten Früchten von *Fumaria officinalis* und *F. Vaillanti* angestellt wurden, konnte bis Dezember 1916 keine Keimung erzielt und nur ein geringes Wachstum der Embryonen im Sameninnern beobachtet werden.

Anfang November 1916 habe ich in Weingärten *Fumaria*-Keimlinge mit den beiden schmalen Keimblättern und 1 bis 2 Laubblättern gefunden. Der Keimungsbeginn dieser Pflänzchen dürfte wohl Ende September anzunehmen sein.

Chelidonium maius

(Taf. II, Fig. 11 bis 15.)

A.

»*Chelidonium maius* keimt im ersten und namentlich im zweiten Keimjahre nach energischem Abspülen und Abreiben der Samen auf Gazetüchern im Licht in größerer Menge aus und zeigt schon in seiner Jugendentwicklung den verzögerten Fortschritt nach Beginn der eigentlichen Keimung, wie er noch viel eigenartiger bei *Corydalis* hervortritt«. Im Dunkeln erfolgt überhaupt keine Keimung; im Licht keimen im Laufe von 4 Jahren 56 % (5*a*).

---

[1] Für die Auffassung der grünen Haut als Perikarp, der darunter befindlichen harten Schale als Testa spricht der Vergleich mit den Kapselfrüchten von *Corydalis* und *Chelidonium*.

B.

Die schwarzglänzenden Samen von *Chelidonium* sind äußerlich denen von *Corydalis* ähnlich, aber bedeutend kleiner. Sie enthalten einen kleinen Embryo, der eben die Anlage der beiden Keimblätter zeigt.

Samen, die am 13. Juni 1916 gesammelt wurden, wurden Ende Juni auf feuchtes Filtrierpapier ausgesäet. Ab 23. September erfolgte vereinzelt bei einigen Samen Sprengung der Testa in zwei Hälften und Hervortreten des Endosperms. Aus diesem brach in der Regel nach 24 Stunden die Radikula hervor. Samen, die sofort nach dem Aufspringen untersucht wurden, enthielten Embryonen, die auf das Dreifache der ursprünglichen Länge herangewachsen waren. Beim Austritt der Radikula hatte der Embryo die volle Samenlänge erreicht.

In ungekeimten Samen habe ich auch noch im Dezember die Embryonen im gleichen Zustand vorgefunden wie unmittelbar nach der Ernte.

Jedenfalls wird durch die Darbietung der üblichen Keimungsbedingungen nur bei einem geringen Prozentsatz der ausgesäeten Samen der Embryo zum Weiterwachsen veranlaßt.

Fraxinus.

A.

Die Früchte von *Fraxinus excelsior* reifen im Herbst und fallen im nächsten Frühjahr ab. Die Samen enthalten einen Embryo, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften nicht vollständig ausfüllt. Wenn die Samen im feuchten Keimbett liegen, so nehmen sie Wasser auf und es beginnt nach 10 Tagen ein Wachstum des Embryos. Nach 6 Monaten füllt der Embryo den Raum zwischen den Endospermhälften aus. Trotzdem erfolgt auch dann sehr häufig noch keine Keimung, kann aber von diesem Moment an durch Anschneiden der Samen befördert werden. Eine früher vorgenommene Verletzung der Samenschale veranlaßt Fäulnis der Samen. Wird die Schale nicht geöffnet, so krümmt sich der weiterwachsende Embryo und tritt dann plötzlich einige Millimeter weit hervor (7).

Puchner hat an einzelnen Samen von *Fraxinus excelsior* eine Keimruhe von 8·3 Jahren beobachtet und meint daher, daß mit dem Abschluß des Innenwachstums des Embryos die Entfaltung des Embryos noch nicht gesichert sei. Vielmehr bedürfe es dazu wahrscheinlich noch bestimmter äußerer Reizwirkungen (11).

»Unter andern ölhaltigen Baumsamen ist namentlich die Esche von einer gewissen Frosteinwirkung bei der Keimung abhängig« (6).

Durch Anwendung eines Warmbades vor der Aussaat konnte Molisch keine Förderung der Keimung erzielen, weist aber darauf hin, daß bei einer späteren Anwendung des Warmbades sich die Samen möglicherweise anders verhalten (10).

B.

Ich habe im April und Mai 1915 abgefallene Früchte von *Fraxinus excelsior* gesammelt und in diesen einen Embryo gefunden, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften nicht vollständig ausfüllte.

Im Juli 1915 wurden 30 Samen im Freien ausgesäet, im November 1915 je 30 Samen auf feuchtes Filtrierpapier und in mit Erde gefüllte Blumentöpfe im Laboratorium. Im Freien erschienen im März 1916 19 Keimlinge, bei den Laboratoriumsversuchen erfolgte keine Keimung. Die Untersuchung ungekeimter Samen zeigte aber anfangs März den Embryo bereits völlig ausgewachsen.

Als im November 1916 einige dieser Samen angeschnitten wurden, trat bei den meisten im Laufe einer Woche die Radikula einige Millimeter weit heraus.

Am 5. August 1916 säete ich Samen der gleichen Ernte, die bis dahin trocken aufgehoben waren, auf feuchtes Filtrierpapier aus. (Der Embryo war bei der Aussaat im gleichen Zustand wie nach der Ernte.) Am 9. Dezember 1916 waren die Embryonen im Sameninnern vollständig ausgewachsen. Ein Anschneiden der Samen veranlaßte im Laufe einiger Stunden die Radikula zum Hervortreten um einige Millimeter. Das Merkwürdigste ist aber, daß in diesem Zustand die Samen oft wochenlang liegen, ohne ein weiteres Wachstum zu zeigen.

Ich untersuchte auch Samen von *Fraxinus ornus*. Sie enthielten einen Embryo, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften ganz ausfüllte. Die Keimung erfolgte vereinzelt 14 Tage nach der Aussaat. Bevor die Radikula nach außen tritt, findet im Samen unter auftretenden Spannungserscheinungen ein geringes Wachstum mit gleichzeitiger Krümmung des Embryos statt, so daß im Augenblick des Keimungsbeginnes der Embryo plötzlich einige Millimeter weit hervortritt.

Ich habe mit diesen Samen ähnliche Versuche wie mit *Fraxinus excelsior* angestellt.

1. Ich habe 20 Samen bei der Aussaat nach einstündiger Quellung im Wasser an einem Ende angeschnitten. Nach 20 Tagen keimten 2 Samen, die anderen verfaulten.

2. Weitere 20 Samen wurden 10 Tage nach der Aussaat angeschnitten. 6 davon begannen am nächsten Tag zu keimen und entwickelten sich weiter, während die übrigen (der Embryo war durch das Anschneiden verletzt worden) zugrunde gingen.

3. 20 Samen wurden 16 Tage unverletzt im Keimbett liegen gelassen. Als nach dieser Zeit keine normale Keimung aufgetreten war (12 Samen waren inzwischen verfault), wurden die noch übrigen 8 angeschnitten. Bei allen trat nach einigen Stunden die Radikula einige Millimeter weit heraus. 5 Keimlinge wachsen normal weiter, die 3 übrigen liegen mit hervorgetretener Radikula seit 10 Tagen im Keimbett, ohne weiterzuwachsen und ohne zu verfaulen.

Die verwandten Oleaceen *Ligustrum* und *Syringa* haben einen Embryo, der bei der Samenreife die volle Samenlänge besitzt.

C.

Aus den verschiedenen Untersuchungen geht hervor, daß bei *Fraxinus excelsior* nicht nur die Keimungsenergie mit Rücksicht auf den Keimungsbeginn, sondern die Keimfähigkeit im allgemeinen eine sehr geringe ist, da bei den Versuchen Puchners, die über 7 Jahre ausgedehnt wurden, nur 20% zur Keimung gelangten, während die übrigen 80% verfaulten. (Bei einer zweiten Versuchsreihe waren nach $5^1/_2$ Jahren 8% gekeimt, 92% verfault.)

Das Wachstum des Embryos im Sameninnern scheint nur von Wasseraufnahme abhängig zu sein und vollzieht sich in einem Zeitraum von mindestens 4 Monaten. Um jedoch das Hervorbrechen der Radikula aus dem Samen zu ermöglichen, dürften noch andere unbekannte Faktoren mitwirken. Die zähe Samenschale setzt dem ausgewachsenen Embryo jedenfalls noch bedeutende Hindernisse entgegen, so daß nur sehr kräftig ausgebildete Embryonen sie zu sprengen vermögen.

Bei *Fraxinus ornus* scheinen trotz der verschiedenen Größe des Embryos im reifen Samen in vieler Hinsicht ähnliche Verhältnisse zu herrschen: Notwendigkeit einer aller-

dings bloß 14-tägigen Vorkeimung, geringe Keimfähigkeit der Samen im allgemeinen, Möglichkeit einer experimentellen Beeinflussung der Keimung erst nach abgeschlossener Vorkeimung.

Bei Untersuchungen, durch welche Mittel nach erfolgter Vorkeimung die Keimung von *Fraxinus*-Samen ausgelöst werden könnte, wären vielleicht mit Vorteil wegen der kürzeren Dauer der Vorkeimung Samen von *Fraxinus ornus* heranzuziehen und die dabei gemachten Erfahrungen dann bei *Fraxinus excelsior* anzuwenden.

Paris quadrifolia.

A.

»Zur Zeit der Samenreife sind bei *Paris quadrifolia* die Embryonen noch unvollständig entwickelt« (1).

»Ausgesäete Samen keimten, wenn sie naturgemäß behandelt wurden, recht zahlreich« (4).

»Im Licht starben nach 4 Jahren 66 %, im Dunkeln stieg die Keimung nach Frosteinwirkung im dritten Winter auf 98 %. Die ungekeimten Samen waren im Dunkeln durch 4 Jahre vollkommen gesund geblieben« (5 *b*).

B.

Ich habe im September 1915 Früchte von *Paris* gesammelt. In den Samen habe ich ganz unentwickelte Embryonen gefunden. Am 1. Jänner 1916 wurden 50 Samen in eine dunkel gehaltene Petrischale auf feuchtes Filtrierpapier ausgesäet. Im März war in einigen Samen der Embryo etwas weiter entwickelt. Im Juni hatte der Embryo in einem Samen das Siebenfache der ursprünglichen Länge erreicht und zeigte eine deutliche Gliederung in Kotyledo, Plumula und Radikula. Im August und September untersuchte Samen ließen den Embryo im gleichen Zustand erscheinen wie nach der Ernte. Keimung trat bis Jänner 1917 keine ein. Viele Samen scheinen hier auch in bezug auf das embryonale Wachstum im Sameninnern eine Ruheperiode durchzumachen.

Im nachfolgenden seien die bereits früher erwähnten Tabellen mitgeteilt.

Tabellen.

Abkürzungen: E. = Erde, Fr. = Früchte, Sa. = Samen, P. d. = dunkel gehaltene Petrischale, P. l. = licht gehaltene Petrischale. Wenn in Rubrik 2 kein Datum angegeben ist, gilt das Datum des vorhergehenden Versuches.

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungsbeginn	Summe der				Abschluß
			erfolgten Keimungen	verfaulten Sa.	untersuchten[1] Sa.	gesunden ungekeimten Sa.	
Anemone hepatica							
15. VI. 1915 Hocheck	25. XI. 1915 15 Fr. — P. l.	27. I. 1916	6	1	8	0	4. VII. 1916
»	15 Fr. — P. d.	11. I. 1916	5	1	9	0	17. VII. 1916
»	24 Fr. — Erde	Juli 1916	20	3	0	1	19. XI. 1916
Anemone narcissiflora							
26. VIII. 1915 Altvater	25. XI. 1915 10 Fr. — P. l.	—	—	3	7	0	8. V. 1916
»	15 Fr. — Erde	26. IX. 1916	1	2	5	7	16. X. 1916

[1] Vor Versuchsschluß. (Die Summe der Spalten 4—7 gibt bei jedem Versuch die in Spalte 2 angegebene Gesamtzahl der verwendeten Samen oder Früchte.)

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungsbeginn	Summe der erfolgten Keimungen	Summe der verfaulten Sa.	Summe der untersuchten Sa.	Summe der gesunden, ungekeimten Sa.	Abschluß
			Thalictrum aquilegifolium				
26. VIII. 1915 Altvater	25. XI. 1915 30 Sa. — P. l.	13. I. 1916	8	—	15	7	23. III. 1916
»	30 Sa. — P. d.	20. III. 1916	5	—	15	10	23. III. 1916
»	60 Fr. — Erde	18. V. 1916	23	12	25	—	13. IX. 1916
			Actaea spicata				
30. VIII. 1915 Rudelsdorf in Nord-Mähren	25. XI. 1916 30 Sa. — P. l.	3. II. 1916	8	6	16	—	4. VII. 1916
»	30 Sa. — P. d.	18. I. 1916	18	3	9	—	4. VII. 1916
»	60 Sa. — Erde	3. III. 1916	4	43	13	—	3. III. 1916

Clematis vitalba							
12. X. 1916 Hermannskogel bei Wien	3. XI. 1915 30 Fr. — P. l.	14. XII. 1915	11	1	2	16	4. VII. 1916
»	30 Fr. — P. d.	—	—	—	—	30	14. II. 1916
28. XI. 1915 Liebhartstal in Wien (gesammelt nach dreitägigem Schneewetter)	14. II. 1916 50 Fr. — P. d.	8. III. 1916	40	—	2	8	Juni 1916
»	5. VIII. 1916 50 Fr. — P. l.	24. VIII. 1916	2	—	10	38	24. VIII. 1916
»	20 Fr. — P. d.	22. VIII. 1916	4	—	7	9	24. VIII. 1916

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungsbeginn	Summe der					Abschluß
			erfolgten Keimungen	verfaulten Sa.	untersuchten Sa.	gesunden, ungekeimten Sa.		
						aufgesprungen	nicht aufgesprungen	
Caltha palustris								
24. VI. 1915 Altenmarkt	3. IX. 1915 30 Sa. — P. l.	—	—	12	15	—	3	4. VII. 1916
»	30 Sa. — P. d.	15. V. 1916	1	7	17	—	5	»
»	60 Sa. — Erde	—	—	52	8	—	—	29. IX. 1916
»	14. II. 1916 40 Sa. — P. l.	—	—	34	—	1	5	28. VIII. 1916
1. VI. 1916 Laxenburg	10. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	20. VI. 1916	67	12	20	8	93	17. VII. 1916
»	17. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	22. VI. 1916	124	2	10	22	42	» [1]
»	21. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	25. VI. 1916	96	12	—	58	34	» [1]
»	11. VI. 1916 200 Sa. — Moos	23. VI. 1916	128	44	20	4	4	»
»	11. VI. 1916 100 Sa. — Wasser	1. VII. 1916	26	—	2	36	36	»

Corydalis cava								
15. VI. 1915 Hocheck in Niederösterreich	19. VII. 1915 40 Sa. in E. im Garten	März 1916	17	11	2	—	12	14. III. 1916
»	3. XI. 1915 30 Sa. — P. l.	—	—	9	10	3	8	27. XI. 1916
»	30 Sa. — P. d.	—	—	3	17	4	6	6. XII. 1916
»	60 Sa. — Erde	—	—	36	5	5	14	16. X. 1916
14. IX. 1915 Hocheck	12. X. 1915 25 Sa. — P. d.	—	—	2	10	—	13	18. V. 1916
»	4. XI. 1915 50 Sa. — Erde	—	—	8	15	5	22	24. IV. 1916
Fumaria capreolata								
14. VII. 1915 Schulgarten	3. XI. 1915 30 Fr. — P. l.	16. XI. 1915	10	14	6	—	—	Jänner 1916
»	3. XI. 1915 30 Fr. — P. d.	11. XI. 1915	5	18	7	—	—	»
»	60 Fr. — Erde	19. XI. 1915	38	22	—	—	—	
»	10. VIII. 1916 50 Fr. — P. l.	18. VIII. 1916	2	9	30	—	11	2. IX. 1916

[1] Seit 11. VI. im Wasser gelegen.

III. Zusammenfassung.

Die vorhergehenden Untersuchungen haben zu Ergebnissen geführt, die sich in folgenden Punkten kurz zusammenfassen lassen:

1. In den reifen, sich spontan von der Mutterpflanze ablösenden Samen hat der Embryo entweder noch nicht die gleiche Ausgestaltung (*Anemone hepatica*, *Corydalis cava*, *Paris quadrifolia*) oder zum mindesten noch nicht die gleiche Größe wie im Augenblick des Keimungsbeginnes (*Anemone narcissiflora*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Clematis vitalba*, *Caltha palustris*, *Fumaria capreolata*, *Chelidonium maius*, *Fraxinus excelsior*).

2. Diese Verschiedenheit wird durch ein Wachstum des Embryos im Innern des anscheinend reifen Samens nach der Aussaat ausgeglichen.

In dem Verhalten der einzelnen Samenarten sind jedoch auch wesentliche Verschiedenheiten festzustellen.

a) Der Zeitraum, der für dieses Wachstum des Embryos im Sameninnern noch vor der eigentlichen Keimung notwendig ist, kann sehr verschieden sein (siehe Tabellen). Er beträgt im Mindestfalle für: *Corydalis cava* 10 Monate, *Fraxinus excelsior* 4 Monate, *Actaea spicata*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Anemone hepatica* 2 Monate, *Clematis vitalba* 17 Tage, *Caltha palustris* 10 Tage, *Fumaria capreolata* 8 Tage.

Auffallend ist, daß bei einigen Arten, bei denen das erwähnte embryonale Wachstum im Sameninnern langsam vor sich geht, auch die Weiterentwicklung der Keimlinge sehr langsam erfolgt (*Corydalis cava, Actaea spicata, Anemone hepatica, Paris quadrifolia*). Die genannten Pflanzen bilden zunächst unterirdische Nahrungsspeicher (Rhizome, Knollen) aus.

Es scheint in der Natur dieser Pflanzen zu liegen, in der ersten Entwicklungszeit langsam zu wachsen und vielleicht steht auch das langsame Wachstum des Embryos im Sameninnern damit im Zusammenhang.

b) Die Ursachen, welche dieses Wachstum auslösen oder fördern, können gleichfalls verschiedene sein.

Bei *Fraxinus*, *Anemone*, *Actaea*, *Thalictrum*, *Caltha*, *Corydalis*, *Fumaria* scheint nur Wasseraufnahme für den Beginn des Wachstums unbedingt notwendig zu sein; es wird aber

bei *Anemone, Thalictrum, Corydalis, Fumaria* durch Licht, bei *Actaea* durch Dunkelheit gefördert. Bei *Clematis* ist entweder Frost oder Lichteinwirkung, soweit wir das heute überschauen, eine Vorbedingung für den Beginn des Wachstums. Welche Momente bei *Paris*[1] und *Chelidonium*, deren Samen Monate, selbst Jahre hindurch mit unveränderten Embryonen im Keimbett liegen, für die Weiterentwicklung der Embryonen maßgebend sind, ist noch fraglich.

c) Bei allen besprochenen Pflanzen ist das Wachstum des Embryos im Sameninnern nach der Aussaat ein Vorgang, der dem Austritt der Radikula aus dem Samen, dem Keimungsbeginn, regelmäßig vorangeht. Wenn jedoch dieses Wachstum stattgefunden hat, muß der Keimungsbeginn nicht die notwendige Folge davon sein. Sehr oft liegen Samen mit vollständig ausgewachsenem Embryo lange Zeit im Keimbett, ohne zu keimen.

Wenn wir daher nach den Ursachen forschen, welche nach der Aussaat der reifen Samen der sofortigen Keimung im Wege stehen, werden wir zwar in allen besprochenen Fällen als notwendige Voraussetzung der Keimung einen intraseminaren Wachstumsvorgang finden; dieser bewirkt jedoch nur in Verbindung mit anderen Faktoren eine wesentliche Verzögerung der Keimung.

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen sowie für die stete Förderung meiner Arbeit durch wertvolle Ratschläge bin ich Herrn Prof. Molisch zu großem Dank verpflichtet.

---

[1] Nach Kinzel hängt die Keimung von *Paris* von Frosteinwirkung ab und erfolgt nur im Dunkeln; wahrscheinlich sind beide Faktoren auch notwendige Vorbedingungen für den Beginn des embryonalen Wachstums im Sameninnern.

Literaturverzeichnis.

1. Göbel: Organographie, 1. Aufl., p. 454 ff.
2. Hegelmaier: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung dikotyler Keime (Stuttgart 1878, p. 118).
3. Irmisch: Über einige Fumariaceen (Abh. d. naturf. Ges. in Halle, Bd. VI, 1862, p. 43 ff.).
4. Irmisch: Beiträge zur vergl. Morphologie der Pflanzen (Halle 1854, 3. Heft, p. 22).
5. Kinzel: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung (Stuttgart 1913), p. 21, und Tabellen.

5 *a*. wie oben p. 24.

5 *b*. wie oben p. 12 und Tabellen.

6. Kinzel: Über die Keimung einiger Baum- und Gehölzsamen (Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1915, p. 129).
7. Lakon: Zur Anatomie und Keimungsphysiologie der Eschensamen (Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1911, p. 285).
8. Lakon: Die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung (Die Naturwissenschaften, Bd. 1914, p. 966).
9. Lehmann: Einige neuere Keimungsarbeiten (Zeitschrift für Botanik 1913, p. 365).
10. Molisch: Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). 2. Teil, p. 44 (diese Sitzungsberichte, Bd. 118, Abt. I, Juni 1909).
11. Puchner: Untersuchungen über verzögerte Keimung (Naturw. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1915, p. 159).
12. Wettstein: Handbuch der syst. Botanik (Leipzig—Wien 1911), p. 574.
13. Wiesner: Biologie der Pflanzen. 3. Aufl., 1913, p. 60 und 67.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 5 *Anemone hepatica.*

Fig. 1 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 2 » » den Samen nach $1^1/_2$monatigem Liegen im Keimbett.
» 3 Längsschnitt durch den keimenden Samen.
» 4 Gesamtansicht der reifen Frucht.
» 5 » » keimenden Frucht.

Fig. 6 bis 10 *Anemone narcissiflora.*

Fig. 6 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 7 » » den Samen nach $5^1/_2$monatigem Liegen im Keimbett.
» 8 Längsschnitt durch einen weiter entwickelten Samen nach derselben Zeit.
» 9 Gesamtansicht der reifen Frucht.
» 10 » » keimenden Frucht.

Fig. 11 bis 16 *Clematis vitalba*

Fig. 11 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 12 » » den Samen nach 14tägigem Liegen im Keimbett.
» 13 Embryo nach 17tägigem Liegen im Keimbett.
» 14 Längsschnitt durch den keimenden Samen.
» 15 Reife Frucht.
» 16 Keimende Frucht.

Fig. 17 bis 21 *Thalictrum aquilegifolium.*

Fig. 17 Längsschnitt durch den reifen Samen.
» 18 » » » Samen nach 3monatigem Liegen im Keimbett.
» 19 » » » » » 6monatigem » » »
» 20 Reifer Samen.
» 21 Keimender Samen.

Fig. 22 bis 26 *Actaea spicata.*

Fig. 22 Reifer Samen, flach geschnitten.
» 23 Ebenso, nach 2monatigem Liegen im Keimbett.
» 24 Keimender Samen, flach geschnitten.
» 25 Reifer Samen.
» 26 Keimender Samen.

Fig. 4, 5, 9, 10, 20, 21, 25, 26 in natürlicher Größe, Fig. 15, 16 schwach, alle übrigen Figuren in entsprechendem Verhältnis vergrößert.

Tafel II.

Fig. 1 bis 5 *Corydalis cava.*

Fig. 1 Im September geerntet, nicht ausgesäet.
» 2 » » » vom 4. November 1915 bis 15. Februar 1916 in Erde gelegen.
» 3 Im September geerntet, vom 4. November 1915 bis 18. Mai 1916 in Erde gelegen.

Fig. 6 bis 10 *Fumaria capreolata.*

Fig. 6 Reif, nicht ausgesäet.
» 7 13 Tage im Keimbett gelegen.
» 8 8 » » » gelegener, jedoch schon weiter entwickelter Samen.

Fig. 11 bis 15 *Chelidonium maius.*

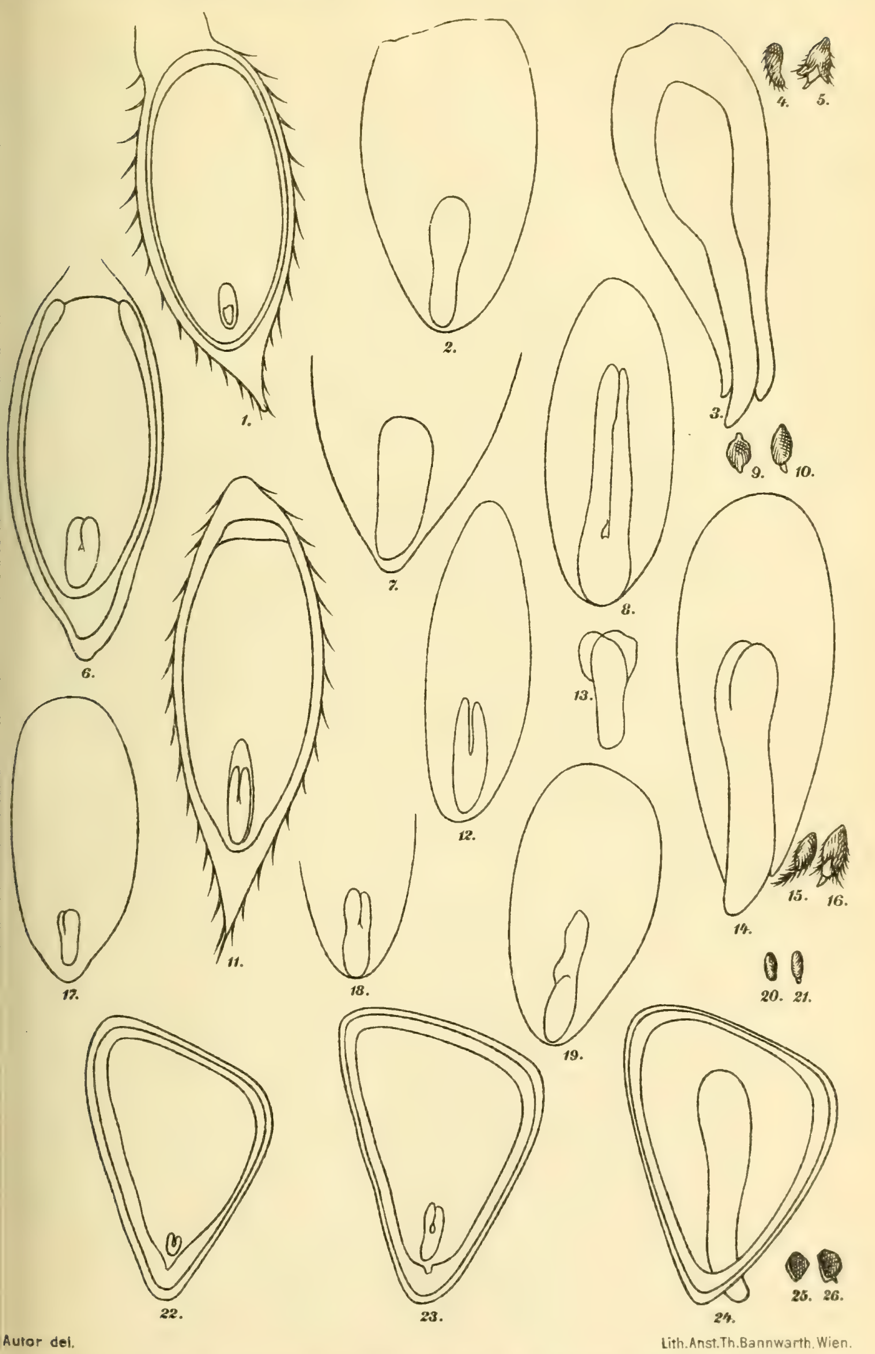
Fig. 11 Reif, nicht ausgesäet.
» 12 Aufgesprungen.
» 13 Keimend.

Fig. 16 bis 20 *Caltha palustris.*

Fig. 16 Reif, nicht ausgesäet.
» 17 Aufgesprungen.
» 18 Mit vollständig ausgewachsenem Embryo.

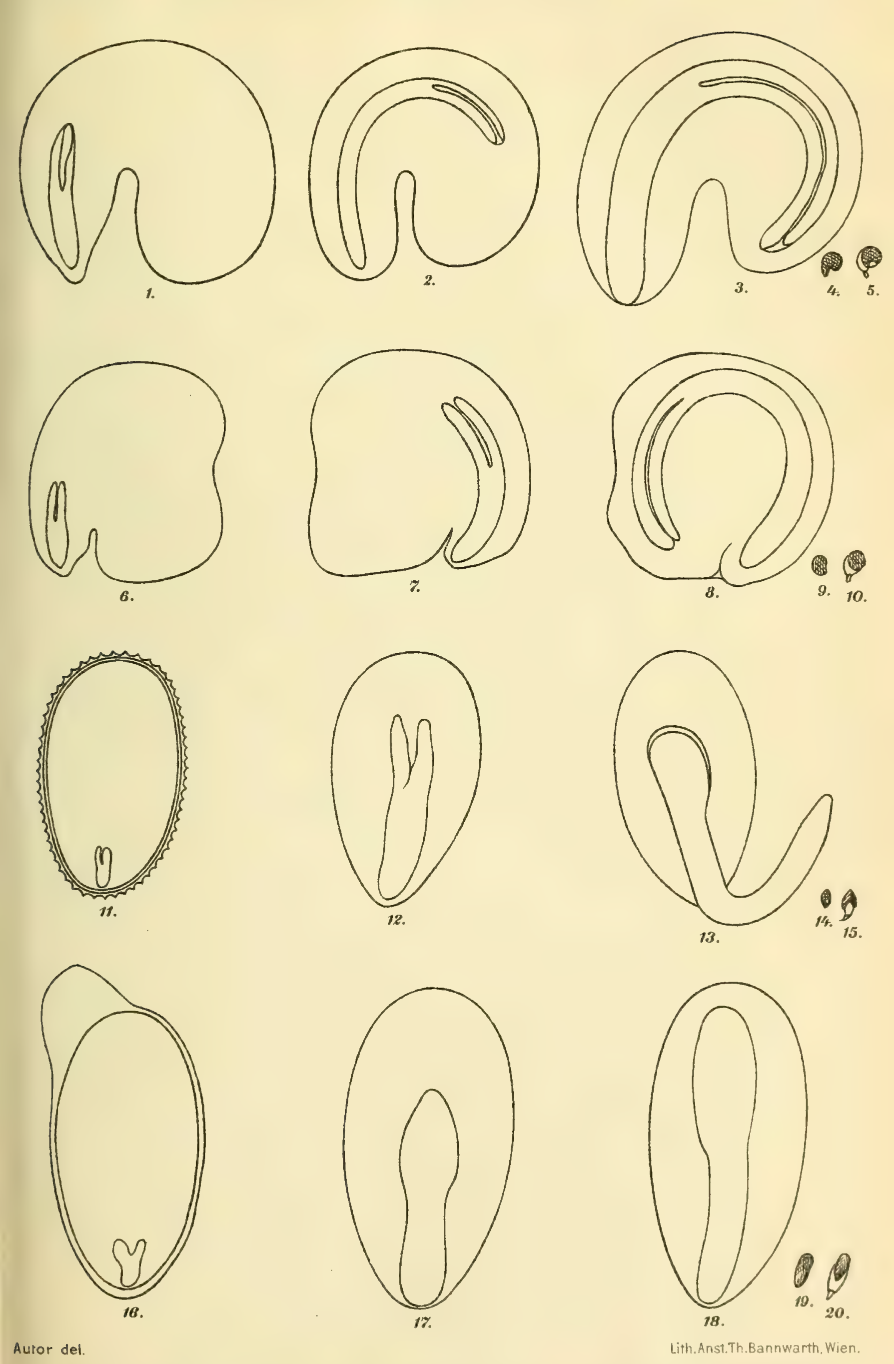
Fig. 4, 9, 14, 19 reife, Fig. 5, 10, 15, 20 keimende Samen (Gesamtansicht).
Fig. 11 und 16 Längsschnitte durch die Samen, alles übrige Längsschnitte durch die von der Testa befreiten Samen.

Fig. 4, 5, 9, 10 natürliche Größe, Fig. 14, 15, 19, 20 zweifach, alle übrigen Figuren im entsprechenden Verhältnis vergrößert.



Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Jod, ein brauchbares mikrochemisches Reagens für Gerbstoffe

insbesondere zur Darstellung des Zusammenhanges in der Verteilung von Gerbstoff und Stärke in pflanzlichen Geweben

Von

Adolf Sperlich

Aus dem botanischen Institut der k. k. Universität Innsbruck

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1917).

Jod als Reagens für Gerbstoffe in pflanzlichen Geweben wurde zuerst von Sanio, und zwar in Chlorzink gelöst, angewendet. Nachdem der Forscher in der noch heute mit Vorliebe benutzten wässerigen Lösung von Kalibichromat ein Reagens von wiederholt betonten Vorzügen gefunden hatte,[1] trat die Verwendung des Jods als mikrochemisches Gerbstoffreagens in der Pflanzenanatomie zurück. Wenn wir von der zweifellos auf einem Irrtum beruhenden Mitteilung des verdienten Holzanatomen Theodor Hartig, nach welchem eine gewisse Form des »Gerbmehles« bei Behandlung mit Jodlösungen Blaufärbung annehmen soll,[2] absehen, so gibt uns die Literatur erst seit 1884 wieder von der Verwendung des Jods zum Gerbstoffnachweise Kunde. Damals wurde durch den Chemiker O. Nasse die zum Nachweise bestimmter Gruppen von »dreifach hydroxylierten Benzolderivaten« in

---

[1] C. Sanio, Einige Bemerkungen über den Gerbstoff und seine Verbreitung bei den Holzpflanzen. Botan. Zeitung, *21,* 1863, p. 17 und 18.

[2] Th. Hartig, Das Gerbmehl. Botan. Zeitung, *23,* 1865, p. 54.

pflanzlichen Extrakten dienliche »Jodpyrogallolreaktion« entdeckt.[1] Die Reaktion besteht darin, daß Lösungen von Tannin, Gallussäure, Pyrogallol und wohl wahrscheinlich auch anderer ihrer Abkömmlinge und Verwandten bei Anwesenheit von neutralen oder sauren, das Tannin weder färbenden noch fällenden Salzen durch Jodlösung schön purpurrot gefärbt werden. Diese Färbung geht in ein schmutziges Braun um so schneller über, je wärmer die Flüssigkeit ist. Gregor Kraus, der mit einigen Schülern an der Bearbeitung der Gerbstofffrage reichlich Anteil genommen, wandte zum Teil mit befriedigendem Erfolge Jodlösungen zum mikrochemischen Nachweis der Gerbstoffe an,[2] während W. Zopf auf Grund der Anwendung aller üblichen Gerbstoffreagentien unter besonderer Hervorhebung der prächtigen Niederschlagsbildung mit Jodjodkalium, das schon damals in den bekannten Behrens'schen Tabellen[3] unter den Gerbstoffreagentien erscheint, zunächst zu einer ganz irrigen Auffassung über den Inhalt der Fumariaceenschlauchzellen gelangt war.[4]

---

[1] O. Nasse, Eine neue Pyrogallolreaktion. Ber. der Deutschen chem. Gesellsch., XVII., 1884, p. 1166.

[2] G. Kraus, Botan. Mitteilungen. Abhandl. der Naturf. Gesellsch. Halle a. S., XVI., 1885, p. 372.

[3] Behrens, Hilfsbuch zur Ausführung mikroskopischer Untersuchungen im botanischen Laboratorium, Braunschweig 1885, p. 371.

[4] W. Zopf, Über die Gerbstoff- und Anthocyanbehälter der Fumariaceen und einiger anderer Pflanzen. Bibliotheca botanica, 2. Heft, Cassel (Theod. Fischer) 1886; vgl. p. 13 und 27. Auf den Irrtum, der sich schon im Titel der Abhandlung offenbart, hat Heinricher aufmerksam gemacht (Vorläufige Mitteilung über die Schlauchzellen der Fumariaceen. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch., V., 1887, p. 233 ff.), was dann Zopf zu erneuten Studien veranlaßte (Zur physiologischen Deutung der Fumariaceenbehälter, Ber. der Deutschen bot. Ges., IX., 1891, p. 107 ff.), in welchen als Inhalt der betreffenden Zellen ein kompliziertes Stoffgemisch erkannt wurde, an dem Gerbstoffe fast gar keinen Anteil haben. Daß weder Eiweißstoffe noch Stärke noch Gerbsäure am Inhalte der Schlauchzellen beteiligt sind, hatte Heinricher schon viel früher erkannt (Die Eiweißschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhoeadinenreihe. Mitteil. des Botan. Inst. zu Graz, I., 1886, p. 51 des Sonderdruckes). Vgl. auch E. Heinricher, Nochmals über die Schlauchzellen der Fumariaceen. Ber. der Deutschen bot. Ges., IX., 1891, p. 184 ff.

Aber auch die von Nasse entdeckte Methode des Gerbstoffnachweises durch das Jod gewann in der pflanzlichen Mikrochemie wenig Anklang; völlig abweisend verhielt sich Hermann Moeller, welcher sagt:[1] »Die Reaktion ist meiner Ansicht nach wegen der lokalen Undeutlichkeit, der schnellen Veränderung und der leichten Verwechslung mit ähnlichen roten Farbenreaktionen für die mikrochemische Verwendung nicht geeignet.«

Die praktische Chemie hat die Jodreaktion weiter entwickelt und Methoden ersonnen, wonach Jodlösungen als Titrationsflüssigkeit zu quantitativen Gerbstoffbestimmungen verwendbar sind;[2] die mikrochemische Anwendung des Jods als Gerbstoffreagens ist hingegen in der Folgezeit fast völlig außer Gebrauch gekommen: in den neuesten Werken über die Mikrochemie der Pflanzen fand sie nicht mehr Berücksichtigung.[3] Czapek, der sich ihrer unter anderem bei den Voruntersuchungen[4] zu seinen Studien über die kolloidalen Eigenschaften des lebenden Protoplasten bediente, weist in der Biochemie der Pflanzen auf sie hin.[5] Diesem Hinweise verdanke ich meine erste Kenntnisnahme.

Was mich eigentlich veranlaßt hat, über die Verwendbarkeit des Jods als mikrochemisches Gerbstoffreagens Untersuchungen anzustellen, die schließlich zur Aufdeckung einer neuen und, wie ich glaube, in mancher Hinsicht recht brauchbaren und lehrreichen Methode führten, war der Wunsch, zu wissen, ob das Halogen als solches an der Bildung der

---

[1] Herm. Moeller, Anatomische Untersuchungen über das Vorkommen der Gerbsäure. Ber. der Deutschen bot. Ges., VI., 1888, p. LXX.

[2] Ferd. Jean, Jodjodkaliumlösung als Titrationsflüssigkeit für Gerbstoffe (Tannin und Gallussäure). Annales chim. anal. appl., V., p. 134 bis 140. Ref. im Chem. Zentralblatt, 1900, I., p. 1107. — C. Böttinger, Jodzahlen von Gerbsäuren und Gerbextrakten. Chem. Zeitung, *21*, p. 460.

[3] H. Molisch, Mikrochemie der Pflanze. Jena (G. Fischer) 1913. — O. Tunmann, Pflanzenmikrochemie. Berlin (Gebr. Borntrager) 1913.

[4] F. Czapek, Über Fällungsreaktionen in lebenden Pflanzenzellen und einige Anwendungen derselben. Ber. der Deutschen bot. Ges., XXVIII., 1910, p. 152.

[5] Derselbe, Biochemie der Pflanzen. Jena (G. Fischer) 1905, II., p. 577. Die zweite Auflage dieses Bandes ist noch nicht erschienen.

in Form und Farbe mannigfaltigen Ballungen, die regelmäßig in gerbstoffhältigen Zellen bei Einführung von Organschnitten in Chlorzinkjod entstehen, beteiligt ist oder nicht.[1] Zu diesem Zwecke wurde Jod, in verschiedener Lösung und auf verschiedene Weise angewandt, rücksichtlich seiner Wirkung auf die im Zellsaft gelösten Gerbstoffe geprüft und dabei das im folgenden mitgeteilte Verfahren als brauchbares Mittel zur Festhaltung und allgemeinen Erkennung der chemisch bekanntlich durchaus nicht gleichartigen Tannoide befunden. Einige dieser Versuche werden, soweit sie zur Begründung der Vorschrift oder zum Verständnisse der Reaktion beitragen, später besprochen.

1. Die Ausführung und das Bild der Reaktion.

In ein kleines, ungefähr 5 *cm*³ fassendes Glasröhrchen (Stoffhälter) gibt man einen 1 bis 2 *mm*² messenden Jodsplitter und gießt 1 *cm*³ Wasser darauf. Ob destilliertes Wasser oder Brunnenwasser, ist belanglos. Ohne durch Schütteln eine raschere Lösung des Jods erwirken zu wollen, werden die vorbereiteten, zunächst in Wasser liegenden, lebenden Organschnitte in das noch völlig farblose Jodwasser eingeführt, wobei zu beachten ist, daß die Schnitte völlig untertauchen. Die Häufung von Schnitten im Röhrchen verdirbt die Reaktion; im allgemeinen ist es ratsam, bei Vorhandensein mehrerer Schnittproben eine entsprechende Anzahl von Gläschen bereitzustellen. Je nach Schnittgröße empfiehlt es sich, zwei bis höchstens vier Schnitte in ein Röhrchen zu bringen. Die Schnitte müssen sorgfältig ausgeführt werden.

Je sauberer der Schnitt, um so schöner die Reaktion; allzu dicke Schnitte beeinträchtigen die Reaktion in ähnlicher Weise wie die Häufung von Schnitten im Röhrchen. Ist infolge von Luft, die in größeren Interzellularen oder im Geflecht der Trichome festgehalten wird, ein Untertauchen der zarten Schnitte unmöglich, so muß die Luft vorher wenigstens soweit entfernt werden, daß die Schnitte in dem Reagens schweben. Das kann, um das zeitraubende Behandeln mit der Luftpumpe

[1] Es ist dies die alte Sanio'sche Gerbstoffreaktion, von deren einstiger Anwendung ich begreiflicherweise zunächst nichts wissen konnte.

zu vermeiden, durch vorhergehendes kräftiges Schütteln in Wasser ohne Schädigung der Zellen bald erreicht werden.

Die Schnitte verbleiben in dem vor jeder Erschütterung möglichst bewahrten, mit einem Korke verschlossenen Gläschen durch 12 bis 24 Stunden. Diffuses Tageslicht oder gewöhnliches Lampenlicht sind ohne Einfluß. Das Verweilen der Schnitte in der Flüssigkeit über 24 Stunden führt früher oder später zur Lösung des Gewebeverbandes. Nach Ablauf der angegebenen Zeit, die für manche Objekte und zur Erzielung bestimmter Ergebnisse auf 4 bis 8 Stunden gekürzt werden kann, gelangen die Schnitte aus der nunmehr völlig oder wenigstens in den unteren Schichten deutlich gelben Flüssigkeit zur Differenzierung in Alkohol. Eine Wiederverwendung der Lösung ist ausgeschlossen; wohl aber kann das zurückgebliebene feste Jod nach gründlicher Spülung mit Wasser zu weiteren Reaktionen, jedoch jedesmal mit erneutem, reinem Wasser benutzt werden.

Alkohol entzieht den Schnitten das reichlich festgehaltene Jod in verschiedenem Maße. Am raschesten entfärben sich die zunächst leuchtend gelben, verholzten Membranen, es folgen das Plasma der gerbstoffreien Zellen, seine meist gut fixierten, geformten Bestandteile (Zellkern, Plastiden) und in weitem Abstande die ursprünglich tiefschwarze Stärke; eine Reihe durch Jod gefärbter Inhaltsstoffe, wie Öle und Harze, werden ganz oder teilweise gelöst; am hartnäckigsten halten unlösliche Fette, die braunen Borkenbestandteile, Kork und besonders die kutinisierten Wände das Jod fest. In derart, je nach der beliebig ausdehnbaren Alkoholbehandlung und je nach den stofflichen Verhältnissen bald mehr bald weniger bald völlig entfärbten Schnitten bleiben die Gerbstoffe, in färbige, unangreifbare und deutlich erkennbare Körper verwandelt, im Saftraum der Zellen liegen. Die beigefügte Tafel veranschaulicht die Reaktion. Für die Darstellung wurde ein Stadium der Alkoholdifferenzierung gewählt, in welchem neben den gelben oder braunen Abkömmlingen der Gerbstoffe auch noch die Stärkekörner in blauer Farbe erscheinen. Gerade diese Bilder, die sich sowohl bei Wasser- als auch bei Glyzerinpräparaten oft durch Tage nur wenig ändern,

sind, wie wir noch sehen werden, besonders lehrreich. Ist die Alkoholbehandlung mit Rücksicht auf Inhaltsstoffe, die man lieber entfernt haben möchte, bis zur völligen Entfärbung der Stärkekörner ausgedehnt worden, so läßt sich die Blaufärbung dadurch sehr bald wiederherstellen, daß dem Alkohol oder Wasser, in das die Schnitte übertragen wurden, einige Tropfen der üblichen Laboratoriumssalzsäure zugefügt werden. Dies Verfahren führt selbst bei Präparaten zum Ziele, die nach ein bis zwei Tagen völlig entfärbte Stärke aufweisen. Wir werden später auf dies Verhalten zurückkommen.[1]

Wurden bei der Durchführung der Reaktion alle mitgeteilten Vorschriften getreulich befolgt, so gibt der Charakter der Färbung und Fällung ungefähr ein Maß für die Menge der im Zellsaft gelösten Stoffe — allerdings nur unter dieser Voraussetzung. Wir begegnen hier ähnlichen Verhältnissen wie bei der bekannten Reaktion mit Kalibichromat, für die seinerzeit Kutscher eine kolorimetrische Tabelle zusammengestellt hat.[2] Eine hellgelbe Tönung des ganzen Zellsaftraumes, wie sie Zellen in der rechten Hälfte von Fig. 2 (aus dem Längsschnitt durch den jüngsten Sproßteil einer *Echeveria* sp.) aufweisen, deutet auf geringen Gehalt, eine dunklere Tönung, wie in der linken Zellreihe dieser Abbildung, auf etwas höheren Gehalt; bei stärkerer Konzentration bilden sich bald Myelinformen, bald größere, meist sehr regelmäßige Tropfen (Fig. 3, 4, 5, 7, aus Querschnitten durch Sprosse von *Pelargonium malvaefolium*), die nicht selten um den Zellkern, kleine Stärkekörner oder andere geformte Zellbestandteile gruppiert sind; bei stärkster Konzentration endlich erscheint die ganze Zelle tiefbraun und mit schönen, Stärkekörnern der Form nach oft täuschend ähnlichen, kugeligen Gebilden erfüllt (Fig. 1, aus dem Längsschnitt durch das Basalpolster des wintergrünen Blattes von *Prunus Laurocerasus*). Bei jeder Reaktionsform färbt sich der Plasmaschlauch in gleicher oder etwas dunklerer oder hellerer Tönung mit, was

[1] Das Verfahren entspricht ungefähr dem Nachweise von Jod, wie ihn Molisch bei Meeresalgen angewandt hat. Vgl. Mikrochemie der Pflanze, p. 78 bis 82.

[2] E. Kutscher, Über die Verwendung der Gerbsäure im Stoffwechsel der Pflanze. Flora 66., 1883, Taf. I.

auf ein Eindringen der Gerbstoffe während des Reaktionsprozesses hinweist. Besonders klar wird hierdurch in gerbstoffhältigen, mit dickeren Membranen versehenen Zellen die Tüpfelung hervorgehoben und ich halte es nicht für unwahrscheinlich, daß nach einem entsprechenden Verquellungsverfahren für die Zellwand in dünnen Schnitten auch die Plasmodesmen sichtbar gemacht werden könnten.

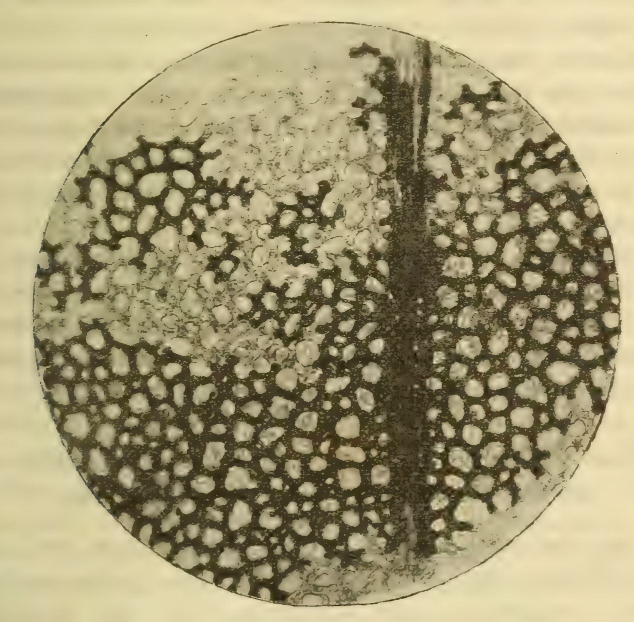


Fig. 1.
Aus dem Blattflächenschnitt von *Viburnum fragrans*. Gerbstoffhorizont des Schwammgewebes. Vergr. $54^1/_2$.

Die durch unsere Behandlung erzielten Gerbstoffabkömmlinge sind in jeder Form außerordentlich widerstandsfähig; die Schnitte vertragen daher jedes weitere Färbe- oder Einschlußverfahren. Nur in vereinzelten Fällen fand ich eine allmähliche, oft mehrere Wochen benötigende Auflösung der Fällung in Glyzerin, so beispielsweise bei *Pelargonium*.

Neben den Vorzügen, die aus dem Gesagten ohne weiteres hervorgehen, möchte ich noch auf die Sauberkeit der Reaktion

hinweisen, die mit keinem der üblichen Mittel bei gleicher Auffälligkeit des Produktes in Form und Farbe erreicht wird. Vor allem ist jede Verunreinigung des Präparates, wie sie besonders bei Anwendung von Eisensalzen infolge des Eindringens gelöster Gerbstoffverbindungen in die Membranen und in ursprünglich gerbstoffreie Gewebeteile oft unvermeidlich ist, ausgeschlossen.[1] Und selbst die Behandlung mit Kalibichromat, dessen Fällungen die größte Ähnlichkeit mit den Joderzeugnissen haben, kann bekanntlich zu unrichtig lokalisierten Reaktionen führen, wenn beim Schneiden die ausfließende Gerbstofflösung nach allen Seiten dringt, einem Übelstande, der allerdings durch Einlegen ganzer Organstücke in das Reagens vermieden wird. Von gewissen Nachteilen, die keiner Methode ganz erspart bleiben, soll später gesprochen werden.

Schließlich sei unter Hinweis auf das in Abbildung 1 des Textes gegebene Beispiel noch bemerkt, daß sich mit Jod in der angegebenen Weise behandelte gute Schnitte durch gerbstoffhaltige Organe ganz vorzüglich zu mikrophotographischer Darstellung von Gewebestrukturen eignen.

2. Über Versuche, die zur Methode geführt haben und gewisse Vorschriften und Vorteile erklären.

Die meisten Versuche wurden mit Schnitten durch die gerbstoffreichen jugendlichen Sprosse von *Pelargonium malvaefolium* durchgeführt, zum Vergleich wurde die gleichfalls sehr gerbstoffreiche Rinde ein- bis dreijähriger Sprosse von *Pinus sylvestris* herangezogen. Vor jedem Versuch prüfte ich das Material mit den üblichen Reagentien, vorzüglich mit Kalibichromat, auf seinen Gerbstoffgehalt.

Wie schon eingangs mitgeteilt, wollte ich erfahren, ob dem Jod als solchem irgendeine Beteiligung an den bekannten, mit der Chlorzinklösung des Halogens erzielbaren Ballungen in gerbstoffhaltigen Zellen zukommt. Die zunächst

---

[1] Über die Verbesserungen der Eisensalzmethode unterrichtet Tunmann, Pflanzenmikrochemie, p. 252 bis 253 und Molisch, Mikrochemie der Pflanze, p. 155.

in mehrfacher Konzentration und in verschiedener Dauer angewandte Lösung von Jod in Alkohol brachte durchwegs negative Resultate. Alkohol löst eben bald rascher, bald allmählicher, bei gleichzeitiger Tötung des Plasmas die Gerbstoffe aus den Zellen heraus. Was man im besten Falle erreicht, ist eine ziemlich haltbare, mehr oder weniger auffällige Gelbtönung gerbstoffreicher Zellen, die jedoch zu dem tatsächlichen Gehalt an diesen Stoffen in keinem Verhältnisse steht. Dem Ziele näher brachten mich Lösungen von Jod in Kaliumjodid,[1] die bei fortschreitender Verdünnung — ich ging von der für die Gram'sche Bakterienfärbemethode üblichen Lösung[2] aus — und länger andauernder Einwirkung immer deutlichere gelbe bis gelbbraune Fällungen in den betreffenden Zellen zurückließ. Da aber Alkalien, vorzüglich an Kohlensäure gebunden, schon lange als gerbstoffällende Körper bekannt sind[3] und mich zudem die durch die Jodjodkaliumlösungen erzielten Reaktionen im Vergleich zur Fällung mit Eisensalzen oder mit Kalibichromat keineswegs befriedigen konnten, versuchte ich es mit einer Lösung des Halogens in destilliertem Wasser. Nun ist, wie bekannt, Jod in reinem Wasser schwer löslich, zudem die Lösung nicht haltbar, da sich besonders unter dem Einfluß des Lichtes sehr bald Jodwasserstoff bildet, der seinerseits auch von kurzer Beständigkeit ist und freies flüchtiges Jod abgibt. Um dem abzuhelfen, stellte ich möglichst konzentrierte wässerige Lösungen her, die sich jedoch auch im Dunkeln in verschlossenen Gläsern kaum über 24 Stunden in gleicher Farbe hielten.

In solche Lösungen eingeführte Schnitte blieben entweder (bei rascher Veränderung der Lösung) tagelang völlig unbeeinflußt oder zeigten in bald größerer bald kleinerer Anzahl abgetötete Zellen, niemals aber auch nur eine Andeutung einer Gerbstoffreaktion. Bei der nachträglichen Prüfung mit

---

[1] Die in Behrens' Tabellen angeführte Reaktion (siehe p. 2, Anmerkung 3).

[2] J : KJ : H_2O = 1 : 2 : 300.

[3] J. af Klerker, Studien über die Gerbstoffvakuolen. Tübinger Inauguraldissertation, 1888.

Kalibichromat stellte sich heraus, daß die toten Zellen ihren Gerbstoffinhalt verloren hatten, die lebenden völlig unverändert geblieben waren; die aus den toten Gewebeteilen ausgeflossenen Gerbstoffe konnten in der Flüssigkeit jedesmal in üblicher Weise leicht nachgewiesen werden.

In der Absicht, Jod möglichst lange in wässeriger Lösung wirken zu lassen, wurde die Lösung mit überschüssigem festem Jod versetzt. Mit dieser Flüssigkeit durch 4 bis 12 Stunden und länger behandelte Schnitte zeigten eine allgemeine starke Jodspeicherung; in einzelnen Zellen der äußersten Rinde war hin und wieder eine allerdings befriedigende Fällung und Färbung des Gerbstoffinhaltes erzielt, größtenteils blieb aber nach Differenzierung in Alkohol nur der eingefallene Plasmaschlauch in gelber oder brauner Farbe und eine allgemeine gelbbraune Tönung der Zelle sichtbar. Gleichzeitig konnte ich nach einiger Zeit bemerken, daß sich auf dem Boden des Gefäßes ein Krümmelwerk von brauner Farbe abgesetzt hatte — zweifellos durch Jodeinwirkung erzielte Gerbstofffällungen.[1] War hiermit die Möglichkeit, durch Jod allein Gerbstoffällungen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Zelle zu erzielen, erkannt, so stand doch auch fest, daß hierzu eine längere Zeit vonnöten ist, während welcher das Plasma nicht in einem Zustand erhalten bleibt, der eine Exosmose des Gerbstoffinhaltes verhindert.[2] Diese Erkenntnis führte mich auf Versuche mit reinem Wasser, in welches aus einem kleinen Splitter möglichst langsam und allmählich, aber andauernd, Jod diffundieren sollte. Und diese Versuche führten zum bekannten Ziele.

Wie aus eben geschilderten Versuchen mit Jodwasser hervorgeht, wird das lebende Plasma bis zu einem gewissen Grade der Konzentration vom Halogen nicht gestört und es gilt zu sorgen, daß die Jodlösung so lange diesen Grad nicht

---

[1] An denen allerdings aus den toten pflanzlichen Geweben stammende Stoffe (Alkalisalze) mitbeteiligt sein könnten.

[2] Vgl. Czapek, Versuche über Exosmose aus Pflanzenzellen. Ber. der Deutsch. bot. Ges., XXVIII, 1910, p. 160.

überschreite, bis das in den Zellsaftraum eindringende Jod[1] die Fällung der Gerbstoffe völlig oder größtenteils bewirkt hat. Dies wird durch die andauernde, möglichst ungestörte Diffusion erreicht, bei der wenigstens zunächst wegen der gleichzeitig sich abspielenden Prozesse der Jodwasserstoffbildung und Jodverflüchtigung schädliche Konzentrationssteigerungen ausgeschlossen sind. Die Sachlage ändert sich sofort, wenn durch Schütteln oder Rühren oder durch andere gleichzeitig in Lösung übergehende Stoffe die Lösungsgeschwindigkeit für das Halogen gehoben wird.

Nach meinen Erfahrungen — in der Literatur fand ich keine entsprechende Bemerkung — heben Gerbstoffe selbst das Lösungsvermögen des Wassers für Jod beträchtlich. Es genügt daher an Schnitten haftender oder aus irgendwie getöteten Zellen ausfließender oder exosmierender Gerbstoff vollkommen, um den schönen Verlauf der Reaktion innerhalb noch unverletzter Zellen des Schnittes zu beeinträchtigen oder größtenteils zu verhindern. Die im vorhergehenden Abschnitt mitgeteilten Vorsichtsmaßregeln werden nach dem Gesagten durchaus verständlich, ebenso die sichere und ausschließliche Beschränkung der gelungenen Reaktion auf die lebenden gerbstoffführenden Elemente des Schnittes.

Wie schon einmal bemerkt, finden wir nach der Alkoholdifferenzierung auch den Plasmaschlauch selbst in entsprechender Weise bald mehr bald weniger gefärbt, was darauf hinweist, daß Gerbstoffe im Verlauf des Prozesses in das Plasma eindringen. Es hält somit der ursprünglich notwendige unbeeinflußte Zustand des Plasmas nicht bis zum Schlusse an, vielmehr wirkt die zunehmende Jodspeicherung der Gewebe-

[1] Es herrschen hier offenbar bezüglich der Giftwirkung ähnliche Verhältnisse wie bei der von Pfeffer studierten Aufnahme giftiger Farbstoffe in die lebende Zelle (Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübigen, II., 1886 bis 1888, p. 327). Daß Jod als Ion in kleinsten Mengen das Plasma, ohne es zu schädigen, durchdringen kann, ist mit Rücksicht auf Aussagen über das Vorkommen freien Jods in Meeresalgen von einiger Bedeutung (vgl. die Äußerungen Molisch's zu den Mitteilungen von Golenkin und Robertson in Mikrochemie der Pflanze, p. 82).

bestandteile schließlich auf die lebende Struktur schädigend ein, so daß die Gerbstoffe oder deren Abkömmlinge in den Plasmaschlauch eindringen und hier in der durch Jod veränderten Form liegen bleiben. Daß dies nicht stets in gleichem Maße erfolgt, vielfach auch ganz ausbleibt, mag von der Empfindlichkeit des betreffenden Plasmas und wohl auch davon abhängen, ob die zur Bildung fester Produkte führenden Prozesse rascher oder allmählicher verlaufen. In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß vereinzelt und manchmal Gerbstoffspuren, erst in der umgebenden Membran der betreffenden Zelle festgehalten, angetroffen wurden.

Nachdem das Ziel, eine unveränderliche und gut charakterisierte Fällung und Färbung der Gerbstoffe durch Einwirkung von Jod auf die lebende Zelle, erreicht worden war, mußte es erwünscht sein, die einzelnen Phasen kennen zu lernen, welche die Reaktion allmählich bis zum bekannten Endergebnisse durchläuft. Zu dieser Kenntnis hoffte ich mit Hilfe der Dauerbeobachtung entsprechend hergestellter Präparate zu gelangen. Es stellte sich jedoch bald heraus, daß im kleinen, gegen Verdunstung durch Paraffin- oder Vaselinverschluß geschützten Flüssigkeitsraume keineswegs jenes Diffusionsgefälle herstellbar ist, das im weiteren Glasröhrchen zu den zweckmäßigen Konzentrationsverhältnissen führt. Alle Präparate, mochten sie mit gewöhnlichen oder hohlgeschliffenen Objektträgern hergestellt sein, krankten daran, daß die Jodteilchen aus dem miteingeschlossenen Splitter viel zu langsam in entfernteren Teilen des Schnittes eintrafen. So kam es gewöhnlich nur in wenigen, dem Splitter zunächst liegenden Zellen zu verfolgbaren Veränderungen, während zu den weiter gelegenen Zellen Jod erst nach Tagen, ja oft mehr als einer Woche gelangte, einer Zeit, die, wie Parallelversuche in reinem Wasser unter sonst gleichen Verhältnissen zeigten, die lebende Struktur nicht unbeeinflußt läßt. Es genügen nun aber, wie schon bemerkt, aus gestörten Zellen exosmierende Gerbstoffe vollkommen, um das Lösungsvermögen für Jod derart zu steigern, daß die Plasmakörper aller Zellen getötet und damit ein allgemeiner Austritt der Gerbstoffe bewirkt wird.

Zur besseren Einsicht in die Entwicklungsstadien der Reaktion gelangte ich dadurch, daß ich Schnitte aus den beschriebenen Jodgläschen nach bestimmten Zeitabschnitten entnahm und unter dem Mikroskop untersuchte. Fig. 4 der Tafel soll uns die Phasen der Reaktion veranschaulichen, wobei ich gleich feststellen möchte, daß eine solche Häufung der Reaktionsphasen auf kleinstem Raum, wie sie hier aus Sparsamkeitsrücksichten ratsam erschien, in Wirklichkeit niemals vorkommt. Vielmehr haben wir uns — die Grundlage der Zeichnung bildete peripheres Rindengewebe eines jungen Sprosses von *Pelargonium* im Querschnitt — die dargestellten Stadien über den ganzen Sproßquerschnitt derart verteilt zu denken, daß zu diesem Zeitpunkt, etwa 4 Stunden nach Versuchsbeginn in diffusem Tageslicht und bei Zimmertemperatur, die vollendete oder nahezu vollendete Reaktion in den zunächst dem Splitter liegenden peripheren Zellen, die Anfangsstadien aber in den diametral gegenüberliegenden Rindenzellen gleichzeitig sichtbar sein können. Damit ist auch ungefähr ein Maß für die Reaktionszeit und bei aufrecht stehenden Schnitten für die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Halogens in der Flüssigkeitssäule gegeben. In den zunächst dem Splitter liegenden Zellen ist die Reaktion für die gegebenen Verhältnisse durchschnittlich in $3^1/_2$ bis 4 Stunden vollendet; da sie aber erst nach Ablauf von 12 Stunden allgemein wird, so ergibt sich, daß die vom Jodsplitter entferntesten Zellen zur Erreichung der Endreaktion einer ungefähr doppelt so langen Zeit als die zunächstliegenden bedürfen. Dies ist auch mit Rücksicht auf die Speicherung, die das Halogen auf seiner Wanderung in immer stärkerem Maße erfährt, ganz begreiflich.[1] In der *Pinus*-Rinde verläuft die Reaktion rascher.

Die eben herangezogene Figur zeigt, wie der durch seine stärkere Lichtbrechung leicht kenntliche gerbstoffführende Zellsaftraum zunächst eine graublaue Tönung erhält. Es hängt dies jedenfalls mit der Bildung kleinster Teilchen

[1] Daher keine Häufung von Schnitten in einem Röhrchen und eine möglichst günstige Lage des Schnittes in bezug auf den Jodsplitter!

zusammen, die bei Dunkelfeldbeleuchtung gewiß sichtbar gemacht werden könnten.[1] Sehr bald darauf erscheint der Zellsaftraum in hellgelber Tönung. Sie entspricht vollkommen der Färbung, die leicht oxydable Gerbstoffe wohl unter Mitwirkung von Oxydasen in vielen Fällen schon beim Schneiden annehmen. Daß die geschilderten Veränderungen hier unter dem Einfluß des einwandernden Jods erfolgen, wird durch die Bläuung der Stärkekörner in benachbarten Zellen angezeigt. Der gelbe Saftraum nimmt in der Folge immer sattere Töne an, gleichzeitig beginnen sich da und dort geformte und meist dunkler gefärbte Tropfen festerer Konsistenz auszuscheiden. Die Bildung des Hydrogels aus dem Sol wird deutlich erkennbar. Hierbei ist, wie der unverrückte Plasmaschlauch beweist, eine Fällung durch Wasserentzug ausgeschlossen.[2] Schließlich erscheint unter Lichtung des Zellraumes der ganze Gerbstoffinhalt in Gestalt unangreifbarer Tropfen von gelber, rotbrauner oder tiefbrauner Farbe. Die Bildung eines wasserlöslichen r o t e n Körpers, wie er für die Nasse'sche Jodpyrogallolreaktion charakteristisch ist, konnte im Verlauf des Prozesses niemals festgestellt werden. Wohl aber gelingt es, die geformten unlöslichen Gebilde auf kurze Zeit in schöner, leuchtend roter Farbe darzustellen. Den Farbenton gibt Fig. 5 der Tafel für dasselbe Objekt wieder. Man erhält diesen Ton, wenn man die Schnitte v o r Ablauf der Zeit, die für das betreffende Organ zur Vollendung der Reaktion erprobt wurde — bei *Pelargonium*-Sproßschnitten etwa nach 8 bis 10 Stunden — aus dem Reagens ohne vorherige Untersuchung in Wasser sogleich in Alkohol überträgt. Hier wird die Rötung der Schnitte nach kurzer Zeit schon mit freiem Auge sichtbar und hält sich ziemlich lange. Sobald die Schnitte jedoch mit Wasser in Berührung kommen,

---

[1] Vgl. Czapek's Schilderung vom allmählichen Übergang der intravitalen Gerbstoffällungen mittels Coffein je nach der Zellsaftkonzentration von grob tröpfchenartigen Fällungen bis zu mikroskopisch unauflösbaren Ausscheidungen in: Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen, Jahrb. für wiss. Bot., *56.* 1915 — Pfeffer-Festschrift —, p. 99.

[2] Wie eine solche bei Plasmolyse gerbstoffhaltiger Zellen häufig zu beobachten ist.

setzt die Veränderung des Rot ein, das je nach dem Objekt bald rascher, bald ganz allmählich über Bronzetöne in mattes dunkles Braun übergeht. Als ein Objekt, dessen Gerbstoffabkömmlinge fast über einen Tag die leuchtend rote Farbe bewahrt, lernte ich das im Jänner geprüfte Mark des einjährigen Sprosses von *Ceratonia Siliqua* kennen. Nicht selten sind die roten Töne nur in bestimmten Bezirken eines Schnittes zu sehen und es stellt sich heraus, daß in solchen Fällen die mit höherem Gerbstoffgehalt ausgestatteten Zellen rote Fällungen, die schwächer gerbstoffhaltigen schon die braunen Fällungen aufweisen oder aber bei annähernd gleichmäßigem Inhalt die der Jodquelle zunächstliegenden Zellen schon braune, die weiterliegenden noch rote Niederschläge enthalten. Dies weist alles darauf hin, daß der rote Körper ein Zwischenprodukt ist, das im Reagens selbst oder in Wasser wegen seiner raschen weiteren Veränderung nur selten zur Beobachtung gelangt, das vielmehr als Inhalt der Zellen nur in Alkohol und wahrscheinlich in jeder luftfreien und Jod gegenüber chemisch indifferenten Flüssigkeit festzuhalten ist.

Mit Rücksicht auf die Vorschrift, zur Reaktion nur gute, nicht allzu dicke Schnitte zu verwenden und keinesfalls eine größere Anzahl von Schnitten in einem Gläschen zu vereinigen, ist schließlich ein kurzer Hinweis auf den Ablauf der Reaktion in größeren Organstücken nicht unangebracht. Es stellt sich nämlich hierbei heraus, daß durch die Jodeinwirkung auf die im Zellsaft gelösten Gerbstoffe die Möglichkeit zur Bildung eines in Wasser unlöslichen, in Alkohol aber ungemein löslichen braunen Körpers gegeben ist, und zwar dann, wenn die Fällung erst nach derartig heftiger Störung der lebenden Struktur des Plasmas erfolgt, daß die Gerbstoffe größtenteils exosmieren, sich jedoch noch innerhalb der Zellräume befinden.

Zerteilt man ein etwa 3 *mm* langes Stück des gerbstoffreichen Sproßgipfels von *Pelargonium*, das durch 24 Stunden oder länger im Jodwasser gelegen, in Längs- und Querschnitte, so sind von außen nach innen alle Grade des Reaktionserfolges anzutreffen: in den peripheren Teilen die

unbeeinträchtigten Zellen mit den dauerhaften bekannten braunen Gebilden, in der Mitte vollständig oder nahezu entleerte Zellen mit kollabiertem Plasmaschlauch, dazwischen Zellen mit den eben geschilderten Fällungen, die meist zwischen dem gut fixierten Plasmaschlauch und der Zellwand liegen geblieben. Fig. 6 der Tafel gibt in der oberen Hälfte (*A*) ein Bild hiervon. Die untere Hälfte der Abbildung (*B*) zeigt, wie sich bei Übertragung in Alkohol die braunen Körper lösen und wie hierbei der gut zusammenhaltende und zunächst für Alkohol offenbar wenig durchlässige, von eingelagerten haltbaren Gerbstoffällungen gebräunte Plasmaschlauch gegen das Zellinnere in verschiedenster Weise eingefaltet wird.

An diesem Beispiele mag nochmals ersehen werden, wie notwendig zur Erzielungen der unveränderlichen schönen Fällungen innerhalb unverletzter Zellen eine Reaktion ist, die vor der Zerstörung der lebenden Struktur des Plasmas und der damit einsetzenden Exosmose der Gerbstoffe vollständig oder nahezu abgelaufen ist. Gleichzeitig wird verständlich, daß nur bei Einhaltung der Vorschrift aus Farbe und Form des Reaktionsproduktes ein ungefährer Schluß auf den Gerbstoffgehalt der Zellen eines Gewebes oder eines Organes erlaubt ist.

3. Zur Chemie der Reaktion.

Zu einem abschließenden Urteil über den stofflichen Vorgang und über die chemische Beschaffenheit des Endproduktes konnte ich nicht gelangen, schon deshalb nicht, weil, abgesehen davon, daß sich die Reaktion wenigstens anfänglich intravital abspielt, auch in der chemischen Literatur über die Einwirkung des Jods auf Gerbstoffe nicht viel zu finden ist und die Chemie der Gerbstoffabkömmlinge mehr denn die Chemie der Gerbstoffe selbst noch der endgültigen Erledigung harrt. Auch die Nasse'sche Jodprobe, auf die schon mehrmals hingewiesen wurde, scheint, soweit ich in die betreffende Literatur Einsicht zu nehmen Gelegenheit fand, nicht näher erklärt worden zu sein. Nasse selbst hält

die Entstehung der roten Farbe in Tanninlösung bei Zusatz von Jod und Anwesenheit bestimmter Salze für eine Oxydation,[1] während Ferd. Jean bei Angabe seines Jodtitrationsverfahrens von einer johannisbeerroten Jodverbindung[2] spricht. In Beilstein's Handbuch werden wohl einige Bromgerbstoffe,[3] nicht aber irgendwelche Jodtannine angeführt. Bei der bekannten Leichtigkeit, mit welcher sich Jod, besonders bei Anwesenheit von Alkalien, in Phenole eingliedern läßt und mit welcher Halogenphenole allgemein aus entsprechenden Phenolcarbonsäuren hergestellt werden können, ist selbstverständlich auch bei deren höheren Abkömmlingen Jodbindung als H-Substitution denkbar. Andrerseits darf die große Ähnlichkeit der mittels Jod erzielten Gerbstoffderivate mit den durch Kalibichromat oder Chromsäure bewirkten Fällungen nicht außeracht gelassen werden. Bei diesen handelt es sich zweifellos um Oxyde der Gerbstoffe, freilich wohl kaum um das von Herm. Moeller[4] vermutete Purpurogallin selbst, das sein Entdecker Aimé Girard[5] als roten, gut krystallisierenden, in Alkohol, Äther, Benzol löslichen Körper beschrieben hat, vielmehr wahrscheinlicher um dessen unkrystallisierte, braune höhere Oxydationsprodukte.[6]

Die durch das Bichromat erzielbaren Gerbstoffällungen habe ich bezüglich ihres Verhaltens gegenüber verschiedenen Reagentien mit den Jodderivaten verglichen und gefunden, daß das Verhalten nur in einzelnen Fällen nicht übereinstimmt: sie sind übereinstimmend unlöslich in Wasser, Alkohol, Äther, Aceton und Benzolen, unveränderlich in Ammoniak und Essigsäure, leicht löslich in Alkali und Salpetersäure, in konzentrierter Schwefelsäure hält sich das Chromatprodukt scheinbar unbegrenzt, das Jodprodukt wird in etwa 3 bis

---

1 Eine neue Pyrogallolreaktion; a. a. O.

2 Jodjodkaliumlösung als Titrationsflüssigkeit für Gerbstoffe; a. a. O.

3 Beilstein, Handbuch, 3. Aufl., III., p. 684, 686 und Ergänzungsband, p. 496 bis 498.

4 Herm. Moeller, Anatomische Untersuchungen über das Vorkommen der Gerbsäure; a. a. O., p. LXX.

5 Berichte der Deutschen chemisch. Gesellsch., II., 1869, p. 562.

6 Von denen schon Girard a. a. O. spricht.

4 Wochen zu Kohle. Verschieden ist das Verhalten gegenüber der Salzsäure, der konzentrierten Chromsäure und der zerstörenden Einwirkung von Javelle'scher Lauge: in Salzsäure ist die Chromatfällung leicht löslich, die Jodfällung verändert nur ihre Farbe, bleibt aber erhalten; in Chromsäure hält sich die Chromatfällung unbegrenzt, die Jodfällung ist allmählich löslich; Javelle'sche Lauge zerstört die Jodfällung in einer Stunde, greift hingegen die Chromatfällung selbst nach 24stündiger Einwirkung nur wenig an.

Rücksichtlich der Hartnäckigkeit gegenüber Lösungsmitteln, der leichten Angreifbarkeit durch Alkalien und auch rücksichtlich des verschiedenen Verhaltens der beiden Fällungen gegenüber bestimmten Eingriffen sind beide Körper auch mit den Phlobaphenen und Roten vergleichbar, jenen Rindenstoffen, die durch Hlasiwetz und Grabowski[1] seinerzeit im Innsbrucker chemischen Laboratorium viel Berücksichtigung gefunden haben. Durch die genannten Forscher und weiters durch Oser und besonders durch Böttinger[2] sind Beziehungen dieser mannigfaltigen, gefärbten, kohlenstoffreichen Körper, welche die ersten Bearbeiter von Rindenextrakten, Stähelin und Hofstetter durch Aufstellung von zwei Individuen, einem wasserhältigen und einem wasserfreien »Phlobaphen«, erschöpft zu haben glaubten,[3] untereinander und zu den Rindengerbstoffen festgestellt worden. Hlasiwetz hat unter anderem auf die Zusammengehörigkeit des Kastaniengerbstoffes, des Kastanienrotes und des Oxydationsproduktes mit Chromsäure hingewiesen, deren empirische Formeln deutlich zunehmende Oxydationsstufen zeigen.[4]

Ich habe mich bemüht, sowohl die natürlichen, in der Borke liegenden Phlobaphene, wie sie mir in besonders reichlicher Menge ein ödematisches Jugendexemplar von

---

[1] Hlasiwetz, Über die Beziehungen der Gerbsäuren, Glukoside, Phlobaphene und Harze. Liebig's Annalen, 143., 1867, p. 290 ff.; Grabowski, Über die Gerbsäure der Eichenrinde. Liebig's Annalen, 145, 1868, p. 1 ff.

[2] C. Böttinger, Über Phlobaphen, Eichenrot und Lohgerberei. Liebig's Annalen, 202., 1880, p. 269 ff.

[3] Stähelin und Hofstetter, Chemische Untersuchungen einiger Rinden. Liebig's Annalen, 51., 1844, p. 63 ff.

[4] Hlasiwetz, a. a. O., p. 310.

Pinus longifolia bot,[1] als auch aus Rindenextrakten und käuflichem Tannin nach Angaben der genannten Forscher hergestellte amorphe Körper unter dem Mikroskop und im Probierröhrchen in ihrer Beeinflussung durch verschiedene Agentien zu untersuchen und kann, ohne auf Einzelheiten einzugehen, feststellen, daß kein Analogon zu dem oben mitgeteilten Verhalten der mit Jod erzielten Fällungen vermißt wurde. Selbst die für das Derivat des *Pelargonium*-Gerbstoffes schon einmal mitgeteilte allmähliche Löslichkeit in Glyzerin hat unter den Phlobaphenen ein Analogon: Böttinger fand das Eichenrindenphlobaphen in heißem, konzentriertem Glyzerin reichlich löslich.[2]

Nach diesem allem, ferner nach der wohl zweifellos auf Oxydation beruhenden Bräunung des im früheren Abschnitte beschriebenen roten Zwischenproduktes bei Berührung mit lufthältigem Wasser und nachdem ausnahmslos festgestellt werden konnte, daß die Bildung der intrazellularen Fällung durch Jod überall dort rascher verläuft, wo ausfließende und mit Luft in Berührung kommende Gerbstoffe durch baldige Verfärbung ihre leichte Oxydierbarkeit offenbaren (z. B. bei *Pinus*, *Prunus Laurocerasus*, *Arbutus*- und *Viburnum*-Arten), kann wohl mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß an der Bildung unserer Gerbstoffderivate Oxydationsvorgänge beteiligt sind. Hierzu könnte das Jod insofern Veranlassung sein, als es auf Grund seiner bekannt leichten Einwirkung auf Wasser Sauerstoff befreit und damit die Möglichkeit schafft, daß die in der lebenden Zelle unterbrochene Oxydation weiter fortgesetzt werde,[3] oder aber durch direkte Einwirkung auf Hydroxylgruppen oder Wasserstoffatome des gelösten Körpers die Bildung relativ sauerstoffreicherer Derivate veranlaßt. Vielleicht laufen beide Prozesse Hand in Hand.

---

[1] Sperlich, Mit starkem Langtriebausschlag vorbundenes Ödem am Hauptstamm jugendlicher Topfpflanzen von *Pinus longifolia* Roxb. und *canariensis* Ch. Smith und seine Heilung durch vorzeitige Borkenbildung. Ber. der Deutsch. bot. Ges., XXXIII., 1915, p. 416 ff.

[2] C. Böttinger, a. a. O., p. 274.

[3] Vgl. H. Euler, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie und III. Teil, Braunschweig 1909, p. 223.

Dabei ist aber noch zu beachten, daß, wie erinnerlich, die intrazellular, bei zunächst ungestörter lebendiger Struktur verlaufenden Prozesse zu dauerhafteren, mithin nach bekannten Erfahrungen an Phlobaphenen höher oxydierten Körpern führen als die nach einer mehr oder weniger weitgehenden Veränderung am Plasma außerhalb desselben verlaufenden Vorgänge.[1] Dies deutet darauf hin, daß in der lebenden Zelle Faktoren vorhanden sein müssen, welche die Oxydation begünstigen und es ist naheliegend, an die Mitwirkung der allgemein verbreiteten Oxydasen zu denken.[2]

Andrerseits wird aber auch, wie leicht nachzuweisen ist, bei der Bildung der Fällung Jod reichlich im Zellsaftraum festgehalten und selbst nach längerer, über 24 Stunden ausgedehnter Alkoholbehandlung nicht abgegeben. Werden Schnitte mit braun gefällten Gerbstoffen, nach vollständiger Entfärbung der übrigen Bestandteile durch Alkohol, so lange im Exsikkator konzentrierter Schwefelsäure ausgesetzt, bis nichts mehr übrig bleibt als die vollkommen resistente Kutikula, so erscheinen im Bereiche des Schnittes herrliche Jodkryställchen, in Drusen und Gruppen den ursprünglich gerbstoffhaltigen Zellen entsprechend verteilt. Hierbei dürfte es sich um Jodmengen handeln, die von den braunen Körpern adsorbiert wurden; ähnlich speichern auch die natürlichen braunen Borkenbestandteile das Jod sehr reichlich und halten es mit großer Hartnäckigkeit fest. Ein weiteres Verhalten, von dem schon einmal die Rede ging, läßt es zudem nicht ausgeschlossen erscheinen, daß möglicherweise auch Jodverbindungen mit im Spiele sind: Werden Schnitte, die man bis auf die braunen Gerbstoffällungen in Alkohol vollständig entfärbt hat, mit Spuren von Salzsäure in Berührung gebracht

---

[1] Vgl. das im vorhergehenden Abschnitt auf p. 16 Gesagte und Fig. 6 der Tafel.

[2] Daß Enzyme durch Jod in gewissen Grenzen nicht unwirksam werden, geht aus Untersuchungen hervor, die A. Bach über die Bildung eines jodhältigen Purpurogallins bei der Oxydation des Pyrogallols unter Aktivierung von Hydroperoxyd durch freies Jod durchgeführt hat. Über das Verhalten der Peroxydase gegen Jod. Ber. der Deutschen chem. Ges., 40., 1907, p. 230.

oder auch nur für einige Zeit Salzsäuredämpfen ausgesetzt, so deutet die oft weitgehende Bläuung der Stärkekörner auf die Neubildung von freiem Jod, das nur aus den braunen Körpern stammen kann.[1]

Bei älteren Präparaten gelangen die beschriebenen Jodnachweise nicht mehr. Es sei jedoch daran erinnert, daß sich gewisse Bromide von Phlobaphenen, die seinerzeit Böttinger dargestellt hat, ähnlich erweisen, indem sie nicht haltbar sind und zunächst ziemlich rasch, dann langsamer das Brom, nach dem Autor allerdings mit Sicherheit als Bromwasserstoff, abgeben.[2]

Um weitere Anhaltspunkte für den Charakter der Jodgerbstoffreaktion in der lebenden Zelle zu gewinnen, wurde schließlich die Bildung von Niederschlägen aus wässerigen Gerbstofflösungen bei Zusatz von Jod in vitro beobachtet. Da es sich bloß um orientierende Versuche handelte, arbeitete ich mit rohen Extrakten und mit käuflichem Tannin. Es konnte zunächst festgestellt werden, daß die Reaktion keinesfalls der in der Zelle beobachteten völlig entspricht. Im allgemeinen bildeten sich gelbbraune, wasserunlösliche amorphe Körper im Reagenzglas viel später als in der Zelle[3] und nur dann noch am gleichen Tage, wenn rohe Gerbstoffextrakte oder Lösungen von Tannin in Brunnenwasser verwendet wurden. Bei Anwendung von destilliertem Wasser bedurfte es bei Tannin trotz seiner bekannten Unreinheit stets mehrerer Tage, bis auf dem Boden des Gefäßes ein schwaches gelbliches Sediment bemerkbar wurde. Das zeigt, daß zur Bildung der unlöslichen Körper, genau so wie für die Rotfärbung bei

---

[1] Stärke als Indikator für den mikrochemischen Nachweis von Jod in pflanzlichen Geweben (Laminaria) nach Behandlung der Schnitte mit Salzsäure wurde von Molisch angewendet. Vgl. Mikrochemie der Pflanze. p. 79 und 82.

[2] C. Böttinger, Über Rindengerbsäuren. Ber. der Deutchen chem. Ges., 17., 1884, p. 1129.

[3] Allerdings wären zur richtigen Einschätzung der in vitro reichlich verzögerten Niederschlagsbildung völlig gleichwertige Konzentrationsverhältnisse notwendig. Auf die Tatsache, daß die braunen Niederschläge im Glase anders geformt sind als in der Zelle, gehe ich nicht weiter ein.

der Nasse'schen Jodpyrogallolreaktion die gleichzeitige Anwesenheit gewisser in Wasser gelöster Salze notwendig ist. Obwohl nun, wie erinnerlich, die Gerbstoffjodreaktion in der lebenden Zelle auch bei Anwendung destillierten Wassers vollkommen gleich abläuft wie mit Brunnenwasser, so bleibt dennoch die Möglichkeit bestehen, daß im Zellsafte neben den Gerbstoffen bereits vorhandene oder bei der Alteration des Plasmas aus diesem in den Zellsaftraum austretende Stoffe intrazellular den beschleunigten Verlauf der Reaktion veranlassen.

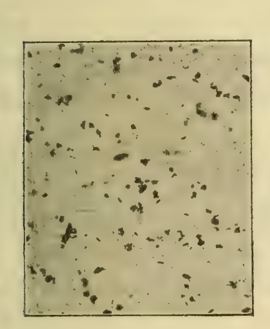
Diese Bedenken vollkommen zu entkräften, bin ich allerdings nicht in der Lage; doch halte ich beides für wenig wahrscheinlich. Fürs erste bietet die Nasse'sche Reaktion selbst, die ja auch mikroskopisch verwendbar ist und verwendet wurde,[1] die Möglichkeit, in gerbstoffhaltigen Zellen vorhandene Elektrolyte zu erkennen; nun erscheint aber, wie schon aus den Angaben früherer Forscher hervorgeht, die Nasse'sche Rotfärbung in solchen Zellen nicht immer und stets erst dann, wenn mit oder nach der Jodlösung die Lösung eines Alkalisalzes dem Präparat zugefügt wird. Fürs zweite sei daran erinnert, daß die Gerbstoffreaktion nur bei zunächst völlig ungestörtem Plasmakörper in gewünschter Weise abläuft und die Vorgänge schon bei Jodmengen einsetzen, welche die als Indikatoren dienlichen Stärkekörner von Nachbarzellen eben merklich bläuen (vgl. Fig. 4 der Tafel). Nach dem Vorgebrachten darf die Beteiligung oxydierender Enzyme an der Reaktion in der lebenden Zelle als das Wahrscheinlichste gelten und diese Beteiligung als Ursache für den rascheren Ablauf des Prozesses angesprochen werden.

Bemerkenswert ist die wesentlich verschiedene Beschaffenheit des erst nach Tagen erscheinenden Niederschlages aus Lösung von Rohtannin in destilliertem Wasser bei Zusatz von Jod. Diese Lösung nimmt, wie schon

[1] Vgl. die in der Einleitung angegebene Literatur. Nasse selbst empfiehlt seine Reaktion zum Nachweis von Salzen in Wasser. Es ist jedoch zu bedenken, daß eine schwache, im Reagenzglas noch erkennbare Rötung in der dünnen Flüssigkeitsschichte des Präparates oder der Zelle kaum hervortreten dürfte.

im früheren Abschnitt mitgeteilt wurde, sehr bedeutende Mengen des Halogens auf. Nach etwa 3 bis 4 Tagen beginnt unter gleichzeitiger Lichtung der ursprünglich tiefbraunen Lösung die Bildung eines äußerst feinkörnigen und hellbraunen, eigentlich mehr gelben Sediments. Die Menge des Absatzes nimmt alltäglich so lange zu, bis die Flüssigkeit eine ganz lichtgelbe Farbe erhalten hat. Sie gibt sowohl mit Eisensalzen als auch mit Kalibichromat noch Fällungen.

Der durch Jod bewirkte Niederschlag wurde auf sein Verhalten gegen Reagentien geprüft und bis auf die leichte Löslichkeit in Alkali vollständig unangreifbar befunden. In dieser Beziehung stimmt er demnach mit den braunen Körpern in der Zelle überein; unter dem Mikroskop verhält er sich jedoch wesentlich anders: er erscheint bei durchfallendem Lichte vollkommen farblos und ist krystallisiert. Bei gekreuzten Nikols leuchten selbst die kleinsten Körnchen hell auf. Fig. 2 *A* gibt von der Gestalt des Nieder-



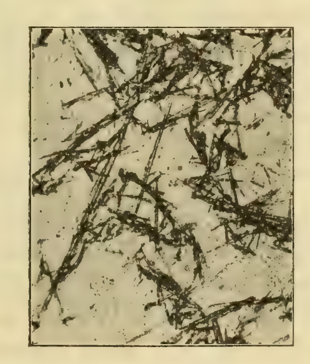


Fig. 2. (Erklärung im Texte, Vergr. $54^1/_4$).

schlages ein Bild. Durch Einwirkung von Aceton wurde die im auffallenden Lichte bemerkbare gelbbraune Farbe aufgeklärt: es stellte sich heraus, daß im Aceton nach Lösung der Krystalle braune, amorphe, im Lösungsmittel haltbare Häute übrig bleiben, in welchen die Krystalle eingeschlossen waren. Es besteht der Niederschlag demnach aus zwei Körpern, einem farblosen, krystallisierten und acetonlöslichen, der kaum etwas anderes sein dürfte als eine Jodverbindung des Tannins oder einer im Prozesse frei werdenden Phenolcarbonsäure, und einem braunen, amorphen und acetonunlöslichen, den wir als eines der gewöhnlichen Oxydationsprodukte des Tannins ansehen können, wie sie sich bei jeder länger stehenden Gerbstofflösung ausscheiden, hier vielleicht im Zusammenhang mit der Bildung des krystallisierten Körpers. Daß sich jene sehr gerne an feste, in der Flüssigkeit schwebende Teilchen ansetzen, lehrt jede durch längere Zeit unbenutzt stehende Tanninlösung, in welcher Baumwollfasern oder andere Schmutzteilchen schwimmen.

Wie durch Aceton der Krystall aus seiner widerstandsfähigen Hülle herausgelöst wird, so gelingt es umgekehrt durch langandauernde Einwirkung

von konzentrierter Schwefelsäure im Exsikkator die braune Hülle zu verkohlen und den eingeschlossenen Körper in großen, schönen, farblosen, nadelförmigen Krystallen von unglaublicher Empfindlichkeit zu erhalten (Fig. 2 *B*). Ähnliche Niederschlagsbildungen erhielt ich auch durch längere Einwirkung von Bromwasser auf Lösungen von Rohtannin.

Bei Berücksichtigung aller in diesem Abschnitt mitgeteilten Tatsachen kann das Folgende über den Reaktionsvorgang in der lebenden Zelle mit einiger Wahrscheinlichkeit ausgesagt werden:

Die Reaktion wird durch Sauerstoff, der sich aus Wasser unter Einwirkung von Jod entwickelt, unter Mitwirkung oxydierender Enzyme eingeleitet, wobei Oxydationen durch Wasserstoffbindung der gelösten Gerbstoffe mitbeteiligt sein können. Die entstehenden Phlobaphene speichern das weiter zuströmende Halogen in hohem Maße, wobei neben starker Adsorption auch chemische Bindung von Jod nicht ausgeschlossen ist.

Versuche, die mit wässerigen Chlor- und Bromlösungen durchgeführt wurden, lehrten, daß hierbei in den Zellen gleichfalls braune Körper verschiedener Löslichkeit entstehen können, daß aber ein im Effekte gleichwertiger Ersatz des Jods durch seine in Wasser weit löslicheren Verwandten nicht möglich ist, vor allem deshalb nicht, weil die angewandten Lösungen viel früher die lebende Struktur des Plasmas beeinträchtigen. Es wäre erforderlich, mit Chlor oder Brom im Wasser jene Konzentrationsverhältnisse erst zu schaffen, die sich bei Benutzung des festen Jods unter gewöhnlichen Bedingungen aus der allmählichen Lösung und ihrer Diffusion von selbst ergeben.

4. Das auf die Brauchbarkeit der Reaktion geprüfte Pflanzenmaterial.

Zur Feststellung der Brauchbarkeit unserer Methode wurde eine ziemlich große, wenn auch nicht alle Möglichlichkeiten der Gerbstoffverbreitung in der Pflanze berücksichtigende Anzahl von Objekten aus verschiedenen Verwandtschaftskreisen der Phanerogamen herangezogen: ein- bis dreijährige Rinden von Holzpflanzen, Blätter und Jungsprosse

wintergrüner Pflanzen, deren Gerbstoffreichtum wohlbekannt ist, ruhende und treibende Winterknospen, Früchte und Fruchtknoten, eine Keimpflanze und eine Staude, alles ohne besondere Wahl, wie die Dinge mir gelegentlich in den Gewächshäusern oder im Freien in die Hand kamen. Die betreffenden Organe wurden jedesmal zum Vergleich mit Kalibichromat und Eisensalzen behandelt, unter welchen ich die rasch eindringende offizinelle Tinctura ferri acetici bevorzugte. Bei meinen Prüfungen achtete ich besonders darauf, ob die Jodreaktion in der hier befolgten Durchführung die Gefahr einer Verwechslung der braunen Erzeugnisse mit irgendwelchen anderen Inhaltsbestandteilen der Zelle ermöglicht, ein Einwand, der bekanntlich der Nasse'schen Probe gegenüber von Moeller gemacht wurde. Was ich hierüber erfahren, soll bei der nun folgenden Aufzählung des untersuchten Materials bemerkt werden. Ich darf wohl vorwegnehmen, daß sich fast durchwegs eine vollkommene oder nahezu vollkommene Gleichheit des Reaktionserfolges bei Anwendung von Jod und Kalibichromat herausgestellt hat. Auf kleine Abweichungen, die durch den weit langsameren Verlauf der Jodreaktion verursacht sind, wird gleichfalls bei den betreffenden Objekten hingewiesen werden.[1]

---

[1] Ursprünglich war zudem beabsichtigt, darauf zu achten, ob in jedem einzelnen Falle eisengrünende oder eisenbläuende oder beiderlei Gerbstoffe vorliegen, da in letzter Zeit dieser Unterscheidung abermals einige Bedeutung zugesprochen wurde (z. B. Luigi E. Cavazza, Studi microchimici e fisiologici sui tannini. Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie, XXVI., 1909, S. 60 und Tabelle auf p. 63; K. Peche, Über eine neue Gerbstoffreaktion und ihre Beziehung zu den Anthocyanen. Ber. der Deutschen bot. Gesellsch., XXXI., 1913, p. 462 ff.). Ich muß nun offen gestehen, daß mir die Entscheidung unter dem Mikroskop — bei Extrakten im Reagenzglase ist es anders — schon immer nicht recht einwandfrei möglich erschienen ist und auch diesmal nicht immer ohne auftretende Zweifel gelang. Ist der Gerbstoffgehalt der Zellen groß und die Fällung gelungen, so ist der Niederschlag weder blau noch grün, sondern eben schwarz; handelt es sich aber um eine diffuse Färbung der Zelle, so ist häufig und besonders in chlorophyllhaltigen Geweben der Farbenton ein solcher, daß die Beantwortung, ob noch grün oder schon eher blau oder umgekehrt, sehr nach dem subjektiven Ermessen des Beobachters ausfällt. Soweit ich feststellen konnte, gelingt die Jodreaktion in beiderlei Fällen.

Im folgenden bedeutet + starker Gerbstoffgehalt, ± mittlerer Gehalt, — geringe Mengen, 0 Fehlen von Gerbstoff.[1] Die römische Ziffer neben dem Namen gibt den Monat an, in dem die Untersuchung erfolgte. *G* bedeutet aus dem Gewächshause, *F* aus dem Freien.

A. Ein- bis dreijährige Rinden von Holzpflanzen.

Acer platanoides L. XI. *F.* ± in den meisten Rindenzellen die Faserbündel ausgenommen.

Alnus glutinosa Med. XI. *F.* + in der primären Rinde bis zum schmalen geschlossenen Faserring und in den Rindenmarkstrahlen.

Carpinus Betulus L. XI. *F.* + wie bei *Alnus.*

Elaeagnus sp. XI. *F.* 0 in der peripheren Rinde, + in der sekundären Rinde.

Pinus sylvestris L. XII. *F* + in der primären Rinde, ± in der sekundären Rinde. Der Inhalt der Harzkanäle nimmt im Reagens eine schwarzgrüne Färbung an und kann selbst durch lang andauernde Alkoholnachbehandlung nicht mehr entfernt werden. Mit der Zeit verblaßt seine Färbung.

Populus monilifera Ait. XI. *F.* + in der peripheren Rinde, besonders zwischen den Fasergruppen; 0 in der sekundären Rinde.

Pterocarya sorbifolia Sieb. et Zucc. XI. *F.* + in den meisten Zellen der Rinde, gegen die Peripherie zunehmend.

Quercus Robur L. XI. *F.* + in der ganzen Rinde, besonders in den Rindenmarkstrahlen.

Robinia Pseudacacia L. XI. *F.* 0.

Rosa indica × *multiflora* (*Crimson Rambler*) XI. *F.* + in regelmäßig verteilten Zellgruppen.

Syringa vulgaris L. XI. *F.* — in den Rindenmarkstrahlen und vereinzelten an die Faserbündel grenzenden Zellen.

B. Blätter und Jungsprosse.

Acacia falcata Willd. II. *G.* + in der Rinde und im Zentralmarke des Sprosses, ± in den beiderseitigen Palisaden, + im restlichen Mesophyll des Blattes.

Arbutus Andrachne L. und *A. Unedo* L. I. *G.* + Rinde, Markstrahlen und Mark des Sprosses, + im ganzen Blatte mit Ausnahme der zweiten Palisadenschichte.

---

[1] Von einer genauen Angabe der Gerbstoffverteilung in den Geweben wurde mit Rücksicht auf die vorhandenen reichen Angaben in der Literatur, insbesondere in G. Berthold, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, I. Leipzig (Engelmann) 1898 und II. 1904, abgesehen. Für einzelne Fälle folgt die Angabe später.

Buxus balearica Lam. (stark beschattet). II. *G.* — in den periphersten Schichten der Sproßrinde und in der oberen Epidermis des Blattes. Die von van Thieghem[1] beschriebenen, im Mesophyll und in der primären Rinde vorkommenden Sekretzellen, deren wasser- und alkoholunlöslicher Inhalt durch Jod, wie schon der genannte Autor hervorhebt, stark gebräunt werden, erhalten im Reagens ein Aussehen, das der Gerbstoffreaktion entspricht. Kalibichromat wirkt auf den weiter nicht untersuchten Stoff fällend und färbend ein, das in Tropfen im ventralen Mesophyll und besonders im Blattstiel reichlich gespeicherte Fett geht bei der Behandlung verloren und stört somit das anatomische Bild nicht.

Ceratonia Siliqua L. I. *G.* + in der Rinde und in einzelnen Zellen des Sproßmarkes, + in den Epidermen, ± im Mesophyll des Blattes.

Cneorum tricoccon L. I. *G.* ± in den peripheren Schichten der Sproßrinde und in den beiden Blattepidermen. Der Inhalt der in der Rinde kreisförmig angeordneten runden Sekretzellen[2] wird sowohl durch Kalibichromat als auch durch die Jodbehandlung in heller Körnelung gefällt.

Coffea arabica L. XII. *G.* ± in der Rinde, + im peripheren Sproßmark, beiderseits in der subepidermalen Mesophyllschichte des Blattes.

Convolvulus Cneorum L. I. *G.* ± in der Rinde und im peripheren Sproßmarke, + in den Epidermen, — in den Bündelscheiden des Blattes.

Echeveria sp. III. *G.* ± in verstreuten Zellen von Sproß und Blatt.

Echium fastuosum Jac. II. *G.* ± in Rinde und Mark, + in den Blattbasen, fast 0 im Blatt.

Ilex cornuta Lindl. et Paxt. I. *G.* ± in peripheren Rindenschichten und in den Epidermen des Blattes.

Laurus nobilis L. XII. *G.* + in Rinde, Markstrahlen und Mark des Sprosses, + beiderseits in je einer subepidermalen Mesophyllschichte des Blattes, ± im Mesophyll verstreut. Der ölige Inhalt der Sekretzellen wird durch die Behandlung entfernt.

Lavatera arborea L. II. *G.* — in vereinzelten Zellen der peripheren Rinde und in peripheren Schichten des Blattes. Die Schleime werden durch die Behandlung aus den Geweben entfernt, Membranschleim rasch entfärbt.

Myoporum strictum A. Cunn. XI. *G.* — in der Sproßrinde, ± in einzelnen Assimilationszellen des Blattes. Der durch Jod gebräunte Inhalt der Sekretlücken wird durch Alkohol entfernt.

---

[1] Vgl. H. Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Ergänzungsband. Stuttgart (Ferd. Enke) 1908, p. 293.

[2] »Von Sekretelementen finden sich im Zweige der *Simarubaceae*-Harzgänge, Sekretzellen mit harzigem Inhalt, Schleimräumen und Sekretlücken mit harzigem Inhalte;« Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart 1899, p. 211.

Nerium Oleander L. — in vereinzelten Zellen der Sproßrinde, des Markes und im beiderseitigen Blatthypoderma.

Pelargonium malvaefolium Jacq. *G.* Während des ganzen Jahres. Wechselnde Mengen in verstreuten Zellen von Blatt und Sproß. Das Sekret der Drüsenhaare wird bei der Behandlung entfernt.

Phillyrea latifolia L. I. *G.* ± in der Sproßrinde, ± in beiden Epidermen und in der beiderseitigen subepidermalen Schichte, + in den Bündelscheiden des Blattes. Die Reaktion mit Kalibichromat ist bei schwächerem Gerbstoffinhalt auffälliger als die Jodreaktion.

Phlomis ferruginea Tenore, I. und III. *G.* — in manchen Zellen der Sproßrinde, — in der Umgebung der Blattnerven.

Prunus Laurocerasus L. I. und III. *G.* + in der peripheren Rinde, + in den Rindenmarkstrahlen und in verstreuten Zellen des Sproßmarkes; + in den Epidermen und in anschließenden Mesophyllschichten, + in den Bündelscheiden des Blattes. Das in Tropfenform im Blatte gespeicherte Fett verschwindet und entfärbt sich auch nach sehr langer Alkoholbehandlung nicht. Das gelbliche Krümmelwerk mag mit einer Gerbstoffällung aus schwächer konzentrierter Lösung verwechselbar sein. Bei stärkerer Gerbstoffkonzentration ist der Farben- und Formunterschied unverkennbar.

Rosmarinus officinalis L. XII. und III. *G.* Sproß: ± in der äußersten Rinde, — im peripheren Marke, — in Elementen des Siebteils; Blatt: ± in den chlorophyllfreien Blattzellen, — in der ersten Palisadenschicht. Die Reaktion mit Kalibichromat ist hier auffälliger. Das Öl der Drüsenhaare wird durch die Behandlung entweder entfernt oder mindestens entfärbt.

Scindapsus Cuscuaria Presl. II. *G.* Blatt: — in Zellen des oberseitigen Assimilationsgewebes, ± in mancher Zelle des Begleitparenchyms des Medianus; — in Bündelscheidenzellen des Blattstiels. Reaktion mit Kalibichromat viel auffälliger.

Siphocampylus bicolor G. Don. II. *G.* 0 in Blatt und Sproß. Der Inhalt der Milchsaftröhren wird sowohl durch die Jodbehandlung als auch durch Kalibichromat zu einer graugelben gekörnten Masse niedergeschlagen.

Tarchonanthus camphoratus L. XI. *G.* ± um die Bastbelage im Sprosse, ± in Epidermis und erster Palisadenschicht des Blattes. Das Öl der Drüsenhaare ist schwer löslich, entfärbt sich jedoch im Alkohol vollkommen.

Viburnum fragrans Bunge, II. *G.* — im Sprosse, + in allen Geweben des Blattes. In den Blättern fand sich ein Jod stark speicherndes Sekret, das weder nach der anatomischen noch nach der mikrochemischen Seite weiter untersucht wurde;[1] es verschwindet bei der Alkoholnachbehandlung vollkommen. Bezüglich des im Blatte gespeicherten Fettes gilt das bei *Prunus Laurocerasus* Gesagte.

---

[1] In Solereder's Systemat. Anat. findet sich hierüber keine Angabe.

Viburnum Tinus L. I. *G.* + in der peripheren Sproßrinde; + in der ersten Palisadenschicht, ± in den Epidermen, + in den Bündelscheiden des Blattes.

C. Verschiedene Organe.

Centropogon Lucyanus Schoenland, Fruchtknoten, XI. *G.* — in den peripheren Schichten und in Elementen des Siebteils.

Cneorum tricoccon L. Fruchtfleisch, I. *G.* + in verstreuten Zellen.

Franciscea eximia Scheidw. Fruchtknoten, XI. *G.* ± in der Epidermis und in darunter liegenden Zellschichten der Fruchtwand.

Galipea pentandra St. Hil. unreife Frucht, XI. *G.* + in der ganzen grünen Fruchtwand.

Gentiana acaulis L. II. *F.* 0 in den Blättern und Blüten, ± in den oberirdischen Sprossen, + im unterirdischen Sproß. Bezüglich des hier reichlich gespeicherten Fettes gilt das für *Prunus Laurocerasus* Gesagte.

Phaseolus multiflorus Willd. Keimpflanze, II. *G.* — in einigen Zellen des Siebteils des Epikotyls, — in der oberseitigen Epidermis und den Trichomhydathoden der Primärblätter.

Primula kewensis Hort. XI. *G.* Fruchtknoten: + in der Fruchtwand, + in der zentralen Plazenta und den Samenknospen.

Prunus Cerasus L. III. *F.* Jungtrieb und Straußknospen: Wechselnde Mengen in scharf gekennzeichneten Gewebeschichten.

Pyrus communis L. II. und III. *F.* Langtrieb und Laubknospen, Kurztrieb und Blütenknospen: Wechselnde Mengen in scharf gekennzeichneten Gewebeschichten.

Pyrus malus L. III. *F.* Langtrieb: — in den Rindenmarkstrahlen und im Marke; Laubknospen: + in deutlich hervortretenden Zellschichten.

Sarothamnus scoparius Koch. XI. *G.* Fruchtknoten: 0.

Scindapsus Cuscuaria Presl. II. *G.* Reifende Beere: + in sehr vereinzelten Zellen des Fruchtfleisches, + in peripheren Schichten des Samens, bei der Reife zunehmend.

Wenn auch die Prüfung nicht auf alle durch Gerbstoffgehalt ausgezeichneten Organe ausgedehnt wurde, so glaube ich auf Grund der Erfahrungen mit dem angeführten Untersuchungsmaterial mit einiger Berechtigung sagen zu dürfen, daß die Jodgerbstoffreaktion sich den bisher verwendeten Reaktionen vollkommen gleichwertig an die Seite stellen läßt. Der Einwand, daß Jod eine Unterscheidung der verschiedenen Zellinhaltskörper nicht ermögliche, gilt für die hier befolgte Durchführung der Reaktion nicht, da der über den Zellentod ausgedehnte Aufenthalt in der wässerigen Lösung, die unbegrenzt ausdehnbare Nachbehandlung mit Alkohol, der man

ohne Gefahr für die Gerbstoffderivate auch Behandlungen mit Äther und anderen Lösungsmitteln folgen lassen kann, die pflanzlichen Gewebe von allen durch Jod verursachten Färbungen befreit. Einige Hartnäckigkeit zeigen mitunter die Jodfettprodukte. Verwechslungen sind aber auch hier ausgeschlossen, wenn man sich zuvor durch entsprechenden Nachweis von der Anwesenheit eines fettartigen Körpers überzeugt hat.

Dem Vorteil der Jodgerbstoffreaktion, der vor allem in ihrer Sauberkeit und in ihrer Anwendung am fertigen Schnitt ohne Vorbehandlung ganzer Organstücke liegt, steht nun als Nachteil gegenüber, daß bei sehr geringem Gerbstoffgehalt einer Zelle die durch Jod erzielten Effekte an Deutlichkeit den Erzeugnissen des Kalibichromats und häufig auch der Eisensalze nachstehen. Einen Nachteil teilt die Jodgerbstoffreaktion allerdings mit allen übrigen Reagentien: sie ist wie diese nicht chemisch scharf umgrenzend. Wenn auch die Nasse'sche Jodpyrogallolreaktion nur für bestimmte Phenolabkömmlinge als bezeichnend angegeben wird, so wäre ein Übertragen dieses Verhaltens auf die hier behandelte Reaktion so lange verfrüht, als nicht entschieden ist, ob der Ablauf der Reaktion dort und hier derselbe ist. Dieser immer wieder betonte Mangel aller phytochemisch verwendeten Gerbstoffreagentien wird vielleicht nicht so sehr fühlbar, wenn es sich um die Bestimmung von Stoffen handelt, die über größere Gewebekomplexe mehr oder weniger gleichmäßig verteilt sind und deren Zusammengehörigkeit wenig zweifelhaft erscheint, als vielmehr dann, wenn die Frage nach der Natur von Stoffen oder Stoffgemischen auftaucht, die in besonderen Behältern, wie Gewebelücken, Schläuchen, Kanälen oder auch nur eigentümlich geformten Zellen vom Organismus abgelagert werden.[1]

5. Gerbstoff und Stärke.

Von den Vorteilen der Jodreaktion ist wohl keiner so augenfällig wie die gleichzeitige Hervorhebung der Gerbstoff-

[1] Die bei solchen Untersuchungen sich ergebenden Schwierigkeiten finden sich in der Literatur genügend gewürdigt.

und Stärkeverteilung im Gewebe. Bei Anwendung des Jods in der mitgeteilten Weise wird man unwillkürlich auf die alte Frage hingelenkt, ob diese zwei Inhaltsstoffe zueinander Beziehungen haben und im weiteren Zusammenhang damit, ob die oft reichen Gerbstoffablagerungen in pflanzlichen Geweben besonders dort, wo ihre weitere Oxydation zu Zwecken des Schutzes, wie in Rinden und Schalen, nicht ohne weiteres einleuchtet, nicht doch im Stoffwechsel weitere Verwertung finden. Ich glaube, daß ich es mir ersparen kann, alle Wandlungen wiederzugeben, welche die Gerbstoffrage im allgemeinen vom Standpunkt des Pflanzenphysiologen im Laufe der fortschreitenden Erkenntnisse erfahren mußte. Derartige historische Rückblicke sind genug oft in unserer Literatur zu finden; hervorgehoben sei die Zusammenstellung von Gregor Kraus,[1] die eingehende Würdigung, die Czapek dem Gegenstand in seiner Biochemie der Pflanzen[2] geschenkt hat und aus neuerer Zeit die Einleitung zu den Gerbstoffstudien an *Gunnera* von Walter Arnhold.[3] Nur auf einen besonderen Teil der Frage, dessen ich mich bei der Prüfung der Anwendbarkeit des Jodreagens nicht erwehren konnte, sei kurz eingegangen: Bestehen zwischen Stärke und Gerbstoff in den pflanzlichen Geweben Beziehungen oder nicht. Es sei gleich bemerkt, daß diese Frage rein histologisch gestellt ist und auch in keiner anderen Weise auf Grund der gewonnenen Tatsachen beantwortet werden kann.

Für einen sehr engen Zusammenhang der Körper sprach sich bekanntlich zuerst Wigand[4] aus, der in den Gerbstoffen im Gegensatz zu der stabileren Stärke die Form der transitorischen Stoffspeicherung bei regerer Entwicklung sah; durch

---

[1] Gr. Kraus, Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes. Leipzig (Engelmann) 1889, p. 69 ff.

[2] II. Band, 1. Aufl., p. 587 ff.

[3] Walter Arnhold, Über das Verhalten des Gerbstoffes bei *Gunnera*. Kieler Inauguraldissertation 1911.

[4] A. Wigand, Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Botan. Zeitung. 20., 1862, p. 122.

Tatsachen ist diese Meinung äußerst wenig gestützt. Sanio[1] fand beide Stoffe bald getrennt bald nebeneinander, auch in ein und derselben Zelle; ebenso Hartig,[2] der ursprünglich an eine Entstehung des »Gerbmehles« aus dem Stärkemehl gedacht hatte. Wohl unter dem nachhaltigen Einfluß von Sachs[3] lehnte Kutscher[4] auf Grund ausgedehnter Untersuchungen jede Beziehung zwischen Gerbstoff und Stärke ab. Anders Westermaier, der schon bei seinen ersten Untersuchungen[5] gerbstoffhaltige Assimilationszellen stärkefrei fand und auf Grund der durch schöne Versuche ergänzten weiteren anatomischen Forschung[6] zur Aufstellung des Begriffes Amylom gelangte, als eines neben Tracheom und Leptom das Leitbündelgewebe zusammensetzenden Zellkomplexes, der aus gerbstoff- oder stärkeführenden Elementen besteht. Wenn Westermaier in den Gerbstoffen transitorische und leicht verfrachtbare Zwischenstufen der Eiweißsynthese aus den Produkten des Chlorophyllapparates erblickt, so kehrt er gewissermaßen zur Auffassung Wigand's zurück, zu der ihn die tatsächlichen Ergebnisse seiner Arbeiten allerdings eher berechtigen. Das Jahr 1888 brachte zwei voneinander unabhängige Arbeiten, beide auf der Untersuchung von Blättern fußend: die eine von E. Schulz,[7] die andere von Hermann Moeller.[8] Schulz findet, daß in wintergrünen Blättern Stärke

---

[1] C. Sanio, Einige Bemerkungen über den Gerbstoff usw., a. a. O., p. 20.

[2] Th. Hartig, Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen, Berlin (Springer) 1878, p. 122 und 123.

[3] J. Sachs, Zur Keimungsgeschichte der Dattel. Botan. Zeitung, 20., 1862, p. 242.

[4] E. Kutscher, Über die Verwendung der Gerbsäure usw., a. a. O., p. 71 und 72.

[5] Westermaier, Zur physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzen. Sitzungsberichte der Berliner Akademie, 1885, 2., p. 1115 ff.

[6] Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzengeweben. Sitzungsberichte der Berliner Akademie, 1887, 1., p. 127 ff.

[7] Ernst Schulz, Über Reservestoffe in immergrünen Blättern unter besonderer Berücksichtigung des Gerbstoffes. Flora, 71., 1888, p. 223 ff.

[8] Herm. Moeller, Anatomische Untersuchungen über das Vorkommen der Gerbsäure, a. a. O.

und Gerbstoffe als Reservematerial sich ersetzen, H. Moeller verwendet die an den untersuchten Objekten gemachten ähnlichen Erfahrungen zur Stützung der Ansicht, daß die Gerbstoffe, da sie stets dort zu finden, wo Kohlenhydrate wandern, die Wanderform des Kohlenhydratmaterials sind. Hierbei ist, wie Czapek[1] bemerkt, der Einfluß der Pfeffer'schen Idee[2] von der auf Grund der leichten Veränderlichkeit und Aktionsfähigkeit der Tannoide möglichen Bedeutung dieser Körper für den Transport von Zelle zu Zelle unverkennbar.

Ungünstige Erfahrungen mit anatomisch-mikrochemischen Methoden veranlaßten Gregor Kraus[3] die Gerbstoffrage auf Grund makrochemischer Bestimmungen mit reichem Untersuchungsmaterial neu anzugehen. Die Versuche über den Lichteinfluß führen ihn zu vollkommen gleichen Resultaten wie seinerzeit Westermaier und auch die makrochemisch nachgeprüfte und bestätigt gefundene Tatsache von der Wanderung der Gerbstoffe aus den Assimilationsorganen in den Stamm ist eine Erweiterung und Bekräftigung der Befunde Westermaier's, der sich bekanntlich bemühte, in den untersuchten Organen »Gerbstoffbrücken« aufzudecken. Da Kraus' Bestimmungen aber auch nirgends eine Abnahme der Gerbstoffe erkennen lassen, finden wir es begreiflich, wenn er schließlich im allgemeinen zur Sachs'schen Auffassung von der Exkretnatur dieser Stoffe zurückkehrt und ausdrücklich betont, daß der Parallelismus im Einfluß der Belichtung für Kohlenhydrate und Gerbstoffe nur ein Zusammentreffen ohne nähere Beziehung zwischen den beiden Stoffgruppen ist.[4] Die Kraus'schen Ergebnisse haben bis heute nachhaltig auf die allgemeine Auffassung der Gerbstoffrage gewirkt.

Ein neuerlicher Rückschlag ins Gegenteil sind gewissermaßen die auf eigenen breiten anatomischen Untersuchungen

---

[1] Biochemie der Pflanzen, II. (I. Aufl.), p. 591.

[2] Ausgesprochen in »Über Aufnahme von Anilinfarben in lebenden Zellen«, a. a. O., p. 311 und 312.

[3] Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes, a. a. O. Hier sind seine und seiner Schüler Arbeiten zu finden.

[4] A. a. O., p. 7.

und ergänzenden Arbeiten seiner Schüler fußenden Ausführungen G. Berthold's.[1] Wohl niemals vorher ist der Verteilung der Gerbstoffe, der Stärke und des Zuckers in pflanzlichen Organen unter Berücksichtigung des Entwicklungsstadiums und auch einiger äußerer Bedingungen eine so erschöpfende und vielseitige Bearbeitung zuteil geworden und man kann nur beklagen, daß Berthold die Verwertung des großen Tatsachenmaterials der weiteren Forschung nicht dadurch erleichtert hat, daß die Schlußergebnisse für die einzelnen Arten und deren Organe in übersichtlichen schematischen Darstellungen zusammengefaßt worden wären. Im Gegensatz zu den Ergebnissen Kraus' finden wir bei der Einsicht in das reiche Berthold'sche Material die Gerbstoffe in großer Beweglichkeit, der Speicherung folgt das Verschwinden bald hier bald dort nicht anders als bei Stärke und Zucker. Wenn Berthold auf Grund solcher Erfahrungen diese Körper als Reservematerial zusammenfaßt — Gerbstoffe mit der zu Beginn des Abschnittes mitgeteilten Einschränkung —, so ist der Gedanke nicht ohne weiteres abzulehnen. Die Beziehung aber zwischen diesen Körpern erhellt am besten aus Berthold's eigenen Worten:[2] »Die besondere nach dem Entwicklungszustand und der Region gesetzmäßig wechselnde physiologische Natur der einzelnen Gewebe entscheidet in erster Linie darüber, in welcher Form die Ablagerung statthat« und »diese besonderen Qualitäten und Gewebe und Zellen entscheiden auch darüber, ob in ihnen mehr oder weniger Stärke, eine mehr oder weniger konzentrierte Lösung von Zucker oder Gerbstoff auftritt.« Also der gleichartig zugeleitete Stoff wird je nach der physiologischen Natur der Zelle bald in der einen bald in der anderen Form vorübergehend gespeichert.

Der hier ausgesprochene Gedanke von der Zusammengehörigkeit von Form, Membran und Inhalt für die Charakterisierung einer Zelle oder eines Gewebes, worauf Berthold mit Nachdruck des öfteren hinweist, findet sich übrigens mit

---

[1] Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation; a. a. O.
[2] A. a. O., II. Teil, erste Hälfte, p. 169.

Beziehung auf den »autochthonen«[1] Gerbstoff schon einmal bei Gr. Kraus und sagt nichts anderes, als was uns die bei Pfropfungen gemachten Erfahrungen rücksichtlich der spezifischen und im großen und ganzen unbeeinflußbaren stofflichen Verhältnisse der Symbionten gelehrt haben.[2]

I.

Der extremste, der Berthold'schen Auffassung entsprechende Fall ist, wenn wir uns auf die durch unser Reagens gleichzeitig hervorgehobenen Stoffe beschränken, dadurch gegeben, daß bei »homogenen« Geweben eines Organs in den einzelnen Geweben, bei »differenziertem«[3] Gewebe in den einzelnen Zellen des betreffenden Gewebes Stärke und Gerbstoff einander vollständig ausschließen. Dies kommt, wie schon Schulz und H. Moeller, dann Berthold selbst gefunden, häufig vor und scheint nach Angaben des Göttinger Schülers Wagner[4] für die Crassulaceen Regel zu sein. Die Angaben älterer Autoren über diese Frage können mit Rücksicht auf die damals noch wenig entwickelten mikrochemischen und optischen Hilfsmittel, die Täuschungen nicht ganz ausschließen, füglich außer acht gelassen werden. Im folgenden seien meine Erfahrungen an dem vorhin verzeichneten Material kurz mitgeteilt.[5]

[1] So nennt Gr. Kraus den an Ort und Stelle aus andersartigem Material gebildeten Gerbstoff im Gegensatz zu dem als solchem zugeleiteten Gerbstoff (Wandergerbstoff); a. a. O., p. 57 und 58.

[2] Bezüglich des Gerbstoffes sind die Ergebnisse der von Joh. Buder durchgeführten anatomischen Untersuchung des *Cytisus Adami* bemerkenswert: Studien an *Laburnum Adami*, II. Allgemeine anatomische Analyse des Mischlings und seiner Stammpflanzen. Zeitschr. für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, V, 1911, p. 213 und Fig. 3.

[3] Ein homogenes Gewebe ist nach Berthold eine aus völlig, also auch dem Inhalt nach gleichartigen Zellen zusammengesetztes Gewebe; besteht ein morphologisch einheitliches Gewebe aus inhaltlich verschiedenen Elementen, so nennt es Berthold differenziert. Vgl. a. a. O., II., p. 48, 72 und an vielen anderen Stellen.

[4] Ed. Wagner, Über das Vorkommen und die Verteilung des Gerbstoffes bei den Crassulaceen. Inauguraldissertation aus Göttingen, 1887.

[5] In eine von Tunmann (Pflanzenmikrochemie, p. 252) herangezogene Arbeit von G. Albo, L'azione del tannino sulla germinazione e sullo sviluppo

Bei der Untersuchung über die wechselseitige Ausschließung von Stärke und Gerbstoff leistet unser Reagens deshalb wertvolle Dienste, weil die zwei Stoffe gleichzeitig und wohl gekennzeichnet im mikroskopischen Bilde erscheinen und zudem der Verlauf der Jodreaktion, wie wir nunmehr wissen, eine Fixierung von falsch lokalisierten Gerbstoffen ausschließt. Allerdings mußte eine Angabe Heintz' und Czapek's[1] berücksichtigt werden, wonach Tannin und andere Phenolabkömmlinge die Blaufärbung von Stärke verhindern. Um daraus möglicherweise sich ergebenden Täuschungen vorzubeugen, wurden die betreffenden Schnitte folgender Nachprüfung unterzogen: sie kamen in Javelle'sche Lauge, die, wie erinnerlich, die Phlobaphene angreift und verblieben hier so lange, bis die ursprünglich gerbstoffführenden Zellen nur mehr schwach gelblich gefärbt waren, so daß sie als solche im Mikroskop noch deutlich erkennbar blieben. Eine neuerliche Behandlung mit Jod zeigte nach solcher Vorbereitung selbst die kleinsten Spuren von Stärke an.[2]

Was mich die zahlreichen Präparate von Organen der verschiedenen Pflanzen lehrten, läßt sich etwa so ausdrücken: Der wechselseitige Ausschluß von Stärke und Gerbstoff ist Regel; kommen beiderlei Körper innerhalb einer und derselben Zelle nebeneinander vor, so ist eine Abnahme des einen bei gleichzeitiger Zunahme des anderen unverkennbar. Einige Ausnahmen werden später angeführt. Die Figuren 1, 2, 3, 4 und 8 der Tafel mögen das Gesagte augenfällig zeigen, einige Beispiele seien zudem besprochen.

Im jungen Sprosse von *Acacia falcata* sind am 6. Feber die äußersten Partien der primären Rinde durchaus gerbstoff-

---

del Solanum tuberosum, Nuovo giornale bot. italiano, XI., 1904, p. 521, konnte ich nicht Einsicht nehmen. Nach Albo ist der Gerbstoff Nährstoff und wird mit der Stärkebildung in Verbindung gebracht.

[1] Biochemie der Pflanzen, I. (1. Auflage, die 2. Auflage berücksichtigt die Mikrochemie nicht mehr), p. 315, vgl. auch Tunmann, Pflanzenmikrochemie, p. 502.

[2] Es ist dies eine seinerzeit von Heinricher angegebene Methode: Verwendbarkeit des Eau de Javelle zum Nachweis kleinster Stärkemengen. Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie, 3., 1883, p. 213.

führend und stärkefrei, daran schließt außerordentlich scharf umgrenzt eine stärkereiche und gerbstoffreie Ringzone, in welcher die Fasern liegen, daran die völlig stärkefreie, dafür besonders gerbstoffreiche Zone der sekundären Rinde, daran das mit Stärke dicht gefüllte und vollkommen gerbstoffreie Holz, daran das Mark, das aus stärkeführenden gerbstoffreien und aus gerbstoffführenden stärkefreien Zellen zusammengesetzt ist.

Im jungen Sprosse von *Ceratonia Siliqua* ist am 16. Jänner die Rinde vollkommen stärkefrei, in den äußersten Partien und besonders in den Fortsetzungen der Markstrahlen lagern bedeutende Mengen von Gerbstoff, das Holz hingegen ist einschließlich der Markstrahlen mit Stärke dicht gefüllt und im allgemeinen gerbstoffrei. Nur in vereinzelten Zellen der Strahlen deutet eine gelbliche Tönung auf schwachen Gerbstoffgehalt. Das Mark ist mit Stärke vollgepfropft, vereinzelte Zellen leuchten stärkefrei und gerbstoffführend aus der schwarzblauen Masse rotbraun hervor.

Ganz ähnlich verhält sich am 24. Jänner der Jungsproß von *Phillyrea latifolia*. Nur die Gerbstoffzellen des Markes haben, wie ihre lichtgelbe Tönung anzeigt, Gerbstoff verloren und enthalten dafür gleichfalls Stärke.

Ein vorjähriger Langtrieb der Birne zeigt am 11. März vor dem Ausschlagen seiner Knospen in der primären Rinde inhaltsreiche, abwechselnd mit Stärke oder Gerbstoff gefüllte, im Gewebe gleichmäßig verteilte Zellen.[1] In der sekundären Rinde überwiegen die gerbstoffführenden Elemente; besonders gerbstoffreich sind die Rindenmarkstrahlen, hier sind Stärkezellen Ausnahmen; in mancher gerbstoffreichen Zelle lagert etwas kleinkörnige Stärke. Das Holz einschließlich der Markstrahlen und das Zentralmark ist hingegen mit Stärke vollgepfropft und nahezu gerbstoffrei; vereinzelte Zellen zeigen gelbe Tönung.[2]

---

[1] Sie bilden die von früheren Forschern vielfach beschriebenen Netze oder Brücken.

[2] Von der wechselseitigen Ausschließung der beiden Inhaltsstoffe und deren Verteilung im Querschnitt eines einjährigen Holztriebes gibt Hartig's Darstellung des Eichenzweigquerschnittes (Anatomie und Physiologie der

Ähnliche Verhältnisse weist am gleichen Tage eine Jungrute der Weichsel auf, nur findet sich außerhalb des Kambiumringes überhaupt keine Stärke.

Ein um die gleiche Zeit untersuchter Apfellangtrieb hat innerhalb des Kambiumringes ähnliche Verhältnisse, außerhalb dieser Grenze unterscheidet er sich dadurch, daß die Rindenmarkstrahlen in den inneren, an das Holz grenzenden Zonen gerbstoffführend, in den äußeren durchaus stärkeführend sind. Die primäre Rinde ist gerbstoffrei.

Ein besonderes Augenmerk richtete ich auf bekannt gerbstoffreiche Objekte, wie die wintergrünen Blätter und die Vegetationspunkte oder ruhenden Knospen gerbstoffreicher Pflanzen. Für jene fand ich im großen und ganzen die Angaben Schulz' und Moeller's bestätigt. Als Beispiel sei unter Hinweis auf Fig. 1 auf p. 7 das am 6. Feber untersuchte Blatt von *Viburnum fragrans* angeführt. Wie bei den Sprossen vielfach Stärke- und Gerbstoffringzonen von außen nach innen abwechseln, so in den Blättern stärke- und gerbstoffführende Horizonte. Der dargestellte Gegenstand ist ein von der Unterseite gesehener Teil eines Flächenschnittes durch das Schwammgewebe des Blattes. Unter dem dunklen, hie und da beim Schneiden nicht mitgetroffenen Netze der gerbstoffreichen Zellen wird der in Wirklichkeit darüber liegende gerbstoffreie, dafür aber stärkeführende Horizont sichtbar, dessen Blaufärbung des Bildkontrastes wegen durch länger andauernde Alkoholbehandlung zerstört wurde. Gerade an solchen gerbstoffüberreichen Geweben konnte stets die Regel vom wechselseitigen Ausschluß der beiden Körper bestätigt werden. Wenn überhaupt in diesen Zellen Stärke vorhanden ist, so handelt es sich stets um ganz kleinkörnige und äußerst bescheidene Mengen. Nur in den Parenchymscheiden der Nerven (eine ist im Bilde sichtbar) sind in einem und demselben Zellenzuge neben stärkeführenden und neben mit Gerbstoff beladenen Zellen vereinzelt auch Elemente eingeschaltet, die beide Körper in reicherer

---

Holzpflanzen, Taf. I) trotz der teilweise unrichtigen Deutung ein vorzügliches Bild.

Menge vereinen. Um solche Ausnahmen, die gleichsam als Grenzfälle des wechselseitigen Ausweichens der Körper bei überaus reicher Stoffzufuhr anzusehen sind, handelt es sich auch jedenfalls bei den Gallen, für welche Küstenmacher[1] ein gemeinsames Auftreten von Stärke und Gerbstoff in der Zelle angibt, oder bei den außerordentlich gerbstoffreichen Arten von *Gunnera,* in denen nach Arnhold[2] ähnliches anzutreffen ist.[3]

In den inhaltsreichen Vegetationspunkten, beispielsweise von *Pelargonium,* deren mit gerbstoffreien Elementen abwechselnden Gerbstoffzellenzüge in ihrer Genese und Entwicklung schon mehrmals beschrieben wurden, konnte, wann immer die Untersuchung erfolgte, keine Ausnahme angetroffen werden. Gute Schnitte durch die Sproßgipfel bieten, mit dem Reagens behandelt, in ihrer unterbrochen blau-rotbraun oder gelben Streifung besonders prächtige Bilder. Das Gleiche gilt in jeder Beziehung von den ruhenden und mit dem Triebe beginnenden Knospen der Holzpflanzen, von denen ich besonders eingehend Apfel, Birne und Weichsel untersuchte.

Zum Schlusse sei noch ein Objekt herangezogen, dessen sich frühere Forscher nicht bedient haben: die zentrale Plazenta im Fruchtknoten von *Primula.* Hier strahlen von der leitenden, gerbstoffreichen Organachse gegen die Peripherie sich verbreiternde Zellenzüge reich mit Gerbstoff beladen auseinander. Dazwischen ist alles mit Stärke erfüllt und gerbstoffrei. Keine gerbstoffführende Zelle enthält Stärke. Diese vom Zentrum zu den mit Gerbstoff gefüllten und stärkefreien Samenknospen ziehenden Zellreihen sind die idealsten »Gerbstoffbrücken«, die

---

[1] Küstenmacher, Beitr. zur Kenntnis der Gallenbildungen mit Berücksichtigung des Gerbstoffes. Jahrb. für wissensch. Bot., XXVI., 1894, z. B. p. 132 und andere Stellen.

[2] A. a. O., p. 17.

[3] Die wechselseitige Ausschließung von Stärke und Gerbstoff geht auch aus Studien an den Schließzellen der Spaltöffnungen hervor; vgl. Hagen, Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. Beitr. zur allgem. Botanik, Berlin (Borntraeger) 1916, p. 283. Ähnliches fand Hans Böhmker in Nektarien; vgl. H. Böhmker, Beiträge zur Kenntnis der floralen und extrafloralen Nektarien. Beihefte zum Botan. Centralbl. XXXIII, 1. Abt. 1917, p. 245 und 246. (Ergänzung während des Druckes.)

mir je untergekommen. Anhänger der Auffassung, daß Gerbstoffe als solche wandern, hätten an diesem Objekt viel Freude gehabt.

II.

Die Durchmusterung meines Untersuchungsmaterials nach den Beziehungen zwischen Gerbstoff- und Stärkeverteilung hatte ein weiteres Ergebnis. Nach den ausgedehnten Studien Berthold's und seiner Schüler ist es trotz der gegenteiligen, auf Grund makrochemischer Bestimmungen gewonnenen Resultate Gr. Kraus' nicht zweifelhaft, daß aufgespeicherte Gerbstoffmassen aus pflanzlichen Geweben verschwinden können; mit welcher weiteren Bestimmung, das bleibe zunächst unerörtert. Es fiel mir bei meinen Objekten auf, daß überall dort, wo in einem und demselben Gewebe gerbstoff- und stärkeführende Zellen nebeneinander vorkommen, wo es sich also um differenzierte Gewebe im Sinne Berthold's handelt, Zunahme und Abnahme des Inhalts der betreffenden Zellen parallel liefen. In der Mehrzahl der Fälle ist allerdings das Schwinden der Stärke weitergehend als die Verdünnung der Gerbstofflösung, doch auch das Gegenteil konnte einmal beobachtet werden. Eine vergleichende Betrachtung der Figuren 1 (aus dem Längsschnitt durch das Basalpolster des Winterblattes von *Prunus Laurocerasus*) und 2 (aus dem Längsschnitt eines jungen *Echeveria*-Sprosses im Frühling) wird das Gesagte verdeutlichen. Wo die einen Zellen reichlich grobkörnige Stärke speichern wie im ersten Falle, dort zeigt die Fällung und dunkle Färbung der anderen eine hohe Gerbstoffkonzentration; wo die Stärkespeicherung eine geringe ist wie im zweiten Falle, dort ergibt auch die Gerbstoffreaktion eine niedrigere Konzentration. So konnte ich es bei gleicher Gewebestruktur überall beobachten, insbesondere wenn Individuen vergleichend untersucht wurden, die in unseren einseitig belichteten Gewächshäusern unter stark verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen wachsen. Ich fand den Zusammenhang aber auch bei Prüfung fortschreitender Entwicklung, die allerdings auf Sproß und Blatt von *Pelargonium malvaefolium* und auf die Laub- und Blütenknospen von Obstbäumen beschränkt wurde.

Ein im Winter aus einem Steckling gezogenes, stark beblättertes und verzweigtes Individuum von *Pelargonium* zeigte im Sommer des gleichen Jahres in Sprossen und Blättern reiche Speicherung. Rinde und Zentralmark des Sprosses, deren Struktur von Berthold geschildert wird,[1] waren mit Stärke und Gerbstoff gefüllt, weniger die Blätter. Gegen den Herbst zu starben einige Blätter ab, eine deutliche Reduktion ihres Inhalts war zuvor nicht zu bemerken. In den Sprossen jedoch wurde der Abbau des gespeicherten Materials augenfällig, und zwar zunächst in den oberen Teilen (Fig. 3 der Tafel gibt ein Bild dieses Zustandes). So ging es weiter bis gegen den Winter. Im Winter (Untersuchungen fanden im Dezember und Jänner statt) waren alle oberirdischen Teile (Sprosse und die noch vorhandenen Blätter) sozusagen entleert: in den stärkeführenden Zellen gab es da und dort vereinzelte Stärkekörner, die Gerbstoffzellen reagierten mit äußerst schwachem Koagulum oder noch häufiger nur mit gelber Tönung. In der Nähe der Organneuanlagen, in diesen selbst und in wenigen peripheren Schichten der Rinde war Gerbstoff noch mehr als reichlich vorhanden, Stärke fast keine. Im darauf folgenden Frühling und Sommer hat die Pflanze bei reduzierter Belaubung geblüht und gefruchtet; die Speicherung in den oberirdischen Teilen erreichte den Zustand des Vorjahres nicht.

Laub- und Fruchtknospen der Birne und die Tragsprosse in der Nähe der Knospen wurden im Februar in der vorhin geschilderten Weise mit Gerbstoff und Stärke vollgepfropft befunden. Anfangs März waren die Laubknospen noch in diesem Zustande, die Fruchtknospen hingegen, die bekanntlich eher zu springen beginnen als die Holzaugen, hatten ihr gespeichertes Material und das des tragenden Kurztriebes mobilisiert. Die Stärke war nahezu vollständig verschwunden, die Gerbstoffzellen zeigten auf die Behandlung mit dem Reagens hin selten und nur schwache Fällungen, meist nur gelbe Tönung. Nach zwei Wochen war auch bei den Laubknospen und ihrer Umgebung dieser Zustand erreicht. Ähn-

[1] Untersuchungen zur Physiologie usw., II., 1., p. 49 ff.

liche Verhältnisse wurden bei ruhenden und mit dem Triebe beginnenden Knospen der Weichsel und des Apfels angetroffen. In der Umgebung einzelner Apfelknospen war insofern eine Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten festzustellen, als die Stärke des Rindenparenchyms sichtlich in geringerem Maße abgebaut erschien als die Gerbstoffe.

Diesen Fällen gleichzeitiger Füllung und Entleerung gesonderter Stärke- und Gerbstoffzellen in einem und demselben Gewebe[1] reihen wir ein anderes wechselseitiges Verhalten der beiden Stoffe an, das gewissermaßen im Gegensatz hierzu steht: der Abbau des einen Stoffes zum Zwecke der Speicherung des anderen in denselben Gewebselementen. Daß derartiges vorkommt, geht, wenn auch nicht eigens darauf hingewiesen wird, schon aus Berthold's Schilderung der Speicherzonen im wachsenden Sprosse und von deren Wandlungen hervor;[2] auch Westermaier's Ergebnis mit dem geringelten Eichenzweige sei in diesem Zusammenhang erwähnt.[3] Viele Bilder, die mir meine Schnitte boten, lassen sich in diesem Sinne deuten, so besonders die Verfolgung peripherer Schichten der Rinde von Holzgewächsen, der Speicherungsverhältnisse in den Markstrahlen und im Zentralmark, der Vergleich inhaltsreicher, verschieden alter Blätter desselben Individuums zum gleichen Zeitpunkt. In der Mehrzahl der angeführten Fälle räumt die Stärke dem Gerbstoff das Feld. Das Umgekehrte, das wir aus der älteren Literatur kaum irgendwo entnehmen können, habe ich gerade deshalb in einem Falle eingehender entwicklungsgeschichtlich verfolgt. Es wurde hierzu wieder das in allen Organen mehr oder weniger gerbstoffreiche *Pelargonium* gewählt.

Wie erinnerlich, waren im Winter die oberirdischen Teile dieser Pflanze weitgehend entleert: die Stärke fast vollständig

---

[1] Die mit der Speicherung von Stärke zeitlich zusammenfallende Bereicherung an Gerbstoff war schon Küstenmacher bei einigen Gallen aufgefallen. Vgl. beispielsweise a. a. O., p. 180.

[2] A. a. O., II., 1., 5. Kap. Zusammenfassende Übersicht über die Entwicklung und Rhytmik des Sprosses, p. 131 bis 257. Die stofflichen Zonen finden sich auf p. 164 zusammengefaßt.

[3] Neue Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffes in den Pflanzengeweben, p. 132 bis 134, Taf. III, Fig. 4 *a* und 4 *b*.

verschwunden, der Inhalt der Gerbstoffzellen stark verdünnt. Nur in der Nähe der Organneuanlagen und in diesen selbst, ferner in den peripheren Schichten der Rinde verblieben Gerbstoffe mehr als reichlich. Den Inhaltszustand eines Sproßgipfels im Jänner zeigt Fig. 7 der Tafel. Wir sehen einen Teil des Querschnittes in etwa 2 *mm* Entfernung vom äußersten Vegetationspunkt: die dargestellte Region — ein Stück Markperipherie mit anschließendem, noch nicht fertig differenziertem Gefäßteile — ist mit Gerbstoff gefüllt, fast keine parenchymatische Zelle ist hier gerbstoffrei. Im März fand ich den Zustand erhalten; nur an ganz basalen, knapp ober der Erde befindlichen Knospen zeigte sich in einzelnen Zellen wieder Stärke. Im April nahm der Stärkegehalt zu, auch höher gelegene Knospen zeigten Stärke und am 2. Mai, knapp vor der Streckung der Blütenanlagen war in allen Triebspitzen der in Fig. 8 der Tafel dargestellte Zustand erreicht. Zur Darstellung wurde die gleiche Partie des Querschnittes gewählt wie bei Fig. 7; er stammt aus gleicher Entfernung vom Vegetationspunkte eines benachbarten Sproßgipfels. Gerbstoff erscheint zu dieser Zeit hier nahezu vollständig abgebaut und in gleichem Maße Stärke gespeichert. Sehr schön ist hierbei zu sehen, wie der Abbau der Gerbstoffe mit der Bildung von Stärke Hand in Hand geht, wie in den noch gelb getönten Zellen kleine Stärkekörnchen erscheinen.

Das Weichen der Gerbstoffe vor der sich ansammelnden Stärke zu dieser Zeit und in dieser Region ist gerade für *Pelargonium*, das sich wie die Crassulaceen in den fertigen Organen durch besondere Gerbstoffzellenzüge und -gruppen, durch inhaltlich differenzierte Gewebe im Sinne Berthold's auszeichnet, besonders bemerkenswert. Es zeigt, daß der physiologische Zustand der Zelle auch hier zeitweise wandelbar ist und daß es nicht leicht fällt, bei entwicklungsgeschichtlichen Studien aus gleichem Inhalt auf gleiche Genese der betreffenden Zellen in jedem Falle zu schließen, eine Schwierigkeit, die auch Berthold nicht außeracht gelassen.[1]

---

[1] A. a. O., I., p. 150 und 151; II., 1., p. 136 und 137.

III.

Histologisch war die Frage nach der Beziehung zwischen Stärke- und Gerbstoffverteilung gestellt; sie kann anders auch nicht beantwortet werden. Die Beantwortung geht dahin, daß 1. innerhalb einer Pflanze, zu deren Organisation die Speicherung beider Stoffe gehört, Gerbstoff und Stärke in der Regel in einer und derselben Zelle nicht aufgestapelt werden, daß 2. in Geweben, die aus beiderlei Zellen zusammengesetzt sind, Speicherung und Abbau beider Stoffe sehr häufig parallel laufen, daß endlich 3. in homogenen Geweben oder Gewebezonen im Laufe der Entwicklung der eine Stoff dem andern das Feld räumt.

Was man aus diesen drei Tatsachen, von denen wir bald die eine, bald die andere je nach dem besonderen Augenmerk des Forschers bald mit Nachdruck hervorgehoben, bald verschwiegen, bald nur nebenbei als belanglos erwähnt finden, für den Stoffwechsel der Pflanze und des weiteren für die »Bedeutung« der Gerbstsoffe abgeleitet hat, ist bekannt und im wesentlichen eingangs dargelegt worden. Es ist auch klar, daß alle Schlußfolgerungen mindestens so lange in der Luft hängen, als es der chemischen Forschung nicht gelungen, die gewünschten Zusammenhänge oder deren Möglichkeit zu erweisen. In dieser Beziehung hat die Gerbstoffchemie in neuerer und jüngster Zeit bedeutende Fortschritte zu verzeichnen. Daß schließlich jeder im Pflanzenkörper auftretende organische Stoff auf die Produkte der Photosynthese zurückgeht, ist selbstverständlich, fraglich aber blieb es doch, ob die Beziehung der Gerbstoffe zu den löslichen und wanderungsfähigen Kohlenhydraten eine so nahe und innige sei, wie sie das histologische Bild der Gerbstoff-Stärkeverteilung nahelegt.

Das Bestreben, vagen Vermutungen möglichst auszuweichen, mag wohl auch mit Grund gewesen sein, warum seinerzeit soviel Mühe auf die Aufdeckung von »Gerbstoffbrücken« verwendet wurde und wir immer wieder ausdrücklich auf den histologischen Zusammenhang der Gerbstoffzellen verwiesen werden, der freilich häufig nicht besteht. Selbst Gr. Kraus, vor dem die mikroskopisch-anatomischen Befunde in der

Gerbstoffrage, zum Teil wohl mit Recht, wenig Gnade gefunden, läßt in dieser Beziehung die ausgedehnten eigenen anatomischen Untersuchungen als Stütze gelten.[1] Durch die Versuche Büsgen's mit abgeschnittenen Blättern, die, auf Zuckerlösung im Dunkeln kultiviert, sich an Gerbstoff bereicherten,[2] ist der innige Zusammenhang wohl nicht mehr zweifelhaft und Euler[3] zeigt eine Möglichkeit, wie über Inosit, beziehungsweise Quercit oder über Chinasäure durch Oxydation die Gallussäure entstehen könnte.

Liegen nun auch die zweifellos nahen und leichten Stoffumsätze von Zucker zu den Phenolkarbonsäuren noch nicht völlig klar, so verdanken wir den Untersuchungen Emil Fischer's und K. Freudenberg's eine nahezu vollkommene Einsicht in die Bindung dieser Säuren mit weiterem Kohlehydratmaterial zu Gerbstoffen.[4] Nach den Genannten entspricht die Zusammensetzung des reinen Tannins am besten einer esterartigen Koppelung der Digallussäure an Glukose und, was an entsprechend großen Molekülen diesen Synthetikern bis heute darzustellen geglückt ist, schafft der Auffassung eine nahezu einwandfreie Stütze. Mit solchen Erkenntnissen kann nun das histologische Bild, soweit die Stoffspeicherung in Betracht kommt, recht wohl in Einklang gebracht werden. Stärke und Gerbstoff stammen aus den gleichen, dem Gewebe zuströmenden oder in den assimilierenden Zellen gebildeten Zuckermassen. Die eine Zelle kondensiert den Zucker zu Stärke, die nebenanliegende verarbeitet und oxydiert ihn zu Phenolcarbonsäuren, die eine Zelle bereichert sich zusehends mit Stärke, die nebenanliegende verestert mit dem gleichen Material die Säuren zu Gerbstoffen. Zunahme hier und dort

---

[1] Grundlinien zu einer Physiologie des Gerbstoffes, VI. Abschn.: Beleuchtung der Gerbstoffanatomie, p. 48 u. ff.

[2] M. Büsgen, Beobachtungen über das Verhalten des Gerbstoffes. Jena 1889.

[3] H. Euler, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie, II. und III., Braunschweig 1909, p. 222 und 223.

[4] E. Fischer und K. Freudenberg, Über das Tannin und die Synthese ähnlicher Stoffe. Ber. der Deutsch. chem. Gesellsch., XLV., 1912, p. 915 ff. und p. 2709 ff.; weitere Arbeiten in den folgenden Jahrgängen.

bei wechselseitiger Ausschließung des gespeicherten Stoffes. Ausgerüstet mit den gleichen Erkenntnissen wird uns auch das Weichen der Stärke vor dem zunehmenden Gerbstoff im inhaltlich homogenen Gewebe oder in einer und derselben Zelle verständlich. Die Stärke kann zweifellos das Zuckermaterial liefern, aus dem die Phenolsäuren stammen und das zu deren weiteren Veresterung notwendig ist.

Anders verhält es sich mit den Bildern, durch die uns eine Abnahme der aufgespeicherten Gerbstoffmassen vor Augen geführt wird, sei es durch ihre gleichzeitig mit dem Abbau der Stärke der Nachbarzelle erfolgende Verdünnung, sei es durch die Räumung einer gerbstoffhaltigen Gewebezone oder Zelle für die Aufstapelung von Stärke. Hier fehlen uns die notwendigen Anhaltspunkte bezüglich des Stoffumsatzes vollkommen. Neben den vorhandenen großen Schwierigkeiten ist dies auch dadurch begründet, daß der Forschungssinn der meisten Chemiker und Biochemiker unter dem Einfluß der sichtlichen Bereicherung dem Tode geweihter Pflanzenteile — wie Gallen, Rinden, Hölzer, Frucht- und Samenschalen — an Gerbstoffen nun einmal darauf gerichtet ist, in den Gerbstoffen Produkte der Rückbildung zu sehen, denen ausschließlich eine ökologische, zumeist konservierende[1] Bedeutung zugesprochen wird. Aber daneben ist der Abbau gespeicherter Gerbstoffmassen Tatsache. Sie wird freilich dem Mikroskopiker viel eher zum Bewußtsein gebracht als dem mit Pflanzenextrakten arbeitenden Forscher, der ein in gleicher Weise differenziertes und unverändertes Material niemals unter die Hände bekommt.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch nachträglich eines Befundes gedenken, der dem Makrochemiker kaum je zum Bewußtsein gekommen wäre und der am leichtesten dadurch verständlich wird, daß nicht selten innerhalb eines Gewebes da und dort oxydable Phenolderivate erscheinen,

[1] Daß die antiseptische Wirkung keine allgemeine Bedeutung hat, ist wohl nach gewonnenen Erfahrungen nicht mehr zweifelhaft. Vergl. C. Wehmer, Zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwammwirkung infolge des Gerbstoffgehaltes. Ber. der Deutsch. bot. Gesellsch., XXXII., 1914, p. 213 ff. und Czapek, Biochemie der Pflanzen, II. (1. Aufl.), p. 571.

um sehr bald darauf wieder zu verschwinden: In den Geweben von Sproß und Blatt der *Labiate Phlomis ferruginea*, die zu verschiedenen Zeiten untersucht wurde, konnte Gerbstoff stets nur in recht bescheidenen Mengen und zumeist auf periphere Schichten beschränkt nachgewiesen werden. Unter den zahlreichen, möglichst gut geführten Schnitten durch ein Organ oder Organstück wurde gleichwohl nicht selten der eine oder andere Schnitt angetroffen, innerhalb dessen sich in vereinzelten Zellen des Zentralmarkes aus der Umgebung der Gefäßbündel und in Elementen der Bündel selbst stärker konzentrierte Lösungen oxydabler Stoffe nachweisen ließen.

Wenn man die Ansammlung der Gerbstoffe allein im Auge behält, die zweifellos das auffälligere Geschehen ist, so wird die Zustimmung zu einem Gedanken leicht, der von Emil Fischer in einem, jedem Teilnehmer unvergeßlichen Vortrag anläßlich der Naturforscherversammlung zu Wien im Jahre 1913 über die Bedeutung der Gerbstoffe ausgesprochen wurde:[1] Der Organismus verträgt im allgemeinen keine freie Säure; wo sich solche bildet, wird sie zu Salzen, zu Amiden oder zu Estern neutralisiert; die Phenolsäuren werden durch Azylierung des in der Pflanze reichlich verfügbaren Zuckers in esterartiger Bindung unschädlich gemacht.

Solcher Auffassung gemäß verdanken die Gerbstoffe ihre Entstehung dem gleichen Bedürfnisse wie etwa der oxalsaure Kalk. Und es gibt mikroskopische Bilder, die uns nach dieser Richtung ansprechen: Die ruhende Laubknospe, die, plastisch vollendet, nur der Streckung harrt, führt neben Stärke und Gerbstoff reichlich oxalsauren Kalk, das bekannte Oxalatnest Alfred Fischer's.[2] Die Sachlage ändert sich aber vor dem Triebe, wenn mit der zum Ausbau und zur Erweiterung der Membranen und zum Teil zur Lieferung der Wachstumsenergie notwendigen Stärke auch

[1] Veröffentlicht in Ber. der Deutschen chem. Gesellsch., XLVI., 1913, p. 3253: Synthese von Depsiden, Flechtenstoffen und Gerbstoffen, p. 3285 und 3286.

[2] A. Fischer, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jahrb. für wissensch. Bot., 22., 1890, p. 121.

Gerbstoff mikroskopisch merklich abnimmt, während der oxalsaure Kalk als unveränderliches Produkt liegen bleibt.

Was mit den verschwindenden Gerbstoffmassen weiter geschieht, läßt sich nicht sagen. Keinesfalls ist ihr Weichen vor der sich ansammelnden Stärke, wie im Falle *Pelargonium*, als einfache Umwandlung zu deuten. Abgesehen vom Mangel entsprechender chemischer Kenntnisse spricht die schrittweise und allmählich erfolgende Bereicherung immer höher gelegener Sproßspitzen mit Stärke eher für ein Zurückwandern gelösten Kohlenhydratmaterials aus den unterirdischen Organen nach oben, zu dessen Speicherung die Gerbstoffe das zuvor nahezu ganz in Anspruch genommene Feld räumen. Ob diese selbst hierbei eine Spaltung erfahren, bei der ihre mehr oder weniger azylierten Zucker[1] weiter plastisch verwertet, ihre Säuren aber zu Wasser und Kohlensäure veratmet werden oder ob andere Umlagerungen vor sich gehen, die entweder dem plastischen Stoffwechsel oder, wie seinerzeit Kutscher[2] und neuerlich Arnhold, dieser in Anlehnung an Ideen seines Lehrers Reinke und Palladin's,[3] vermuteten und wie es Gerber bei reifenden Früchten von *Diospyros kaki* wahrscheinlich machte,[4] ausschließlich dem Betriebsstoffwechsel zugute kommen, bleibt unentschieden. Eines aber steht fest: an die Seite aus dem Stoffwechsel ausgeschalteter, nutzloser oder bloß in verschiedenem Belang schützend wirkender Stoffe gehören diese Tannoide nicht.

Zusammenfassung.

1. Freies Jod kann in Spuren ohne Schädigung des lebenden Plasmas in die Zelle dringen und veranlaßt die im Zellsafte gelösten Gerbstoffe zur allmählichen Bildung fester, nahezu

---

[1] Nach E. Fischer (a. a. O., 1913, p. 3284) dürften partiell azylierte Zucker und mehrwertige Alkohole, die sich durch leichte Wasserlöslichkeit auszeichnen, sehr häufig sein.

[2] E. Kutscher, Über die Verwendung der Gerbsäure usw., p. 73.

[3] W. Arnhold, Über das Verhalten des Gerbstoffes bei *Gunnera*, p. 33 und 34.

[4] Vgl. Czapek, Biochemie der Pflanzen, II. (1. Aufl.), p. 590.

unangreifbarer und gut gekennzeichneter Körper von verschieden getönter brauner Farbe.

2. Hierbei handelt es sich mit Wahrscheinlichkeit um Oxydationsprodukte, die den Phlobaphenen nahestehen oder vielleicht Phlobaphene sind, zu deren Bildung das Jod dadurch Veranlassung geben dürfte, daß es aus Wasser Sauerstoff befreit oder nebenbei aus dem Molekül des gelösten Stoffes Wasserstoff bindet. Damit wird die Fortführung der in der lebenden Zelle unterbrochenen Oxydation unter Mitwirkung oxydierender Enzyme ermöglicht.

3. Die Reaktion, die längere Zeit beansprucht, gelingt nur dann, wenn das Plasma die Exosmose der Gerbstofflösung so lange verhindert, mithin so lange nicht Schaden leidet, bis die unlöslichen Produkte im Saftraum ganz oder nahezu fertig sind. Hierzu ist erforderlich, daß jede Konzentrationssteigerung der dargebotenen Jodlösung möglichst lange vermieden werde. Daraus erklärt sich die auf p. 4 ff. mitgeteilte Vorschrift.

4. Die nach Vorschrift angewandte Jodgerbstoffprobe, die bei Benutzung anderer Halogene nicht zu gleichem Ergebnisse führt, läßt sich den üblichen Gerbstoffreaktionen der pflanzlichen Mikrochemie gleichwertig an die Seite stellen, übertrifft alle an Sauberkeit, steht ihnen jedoch an Empfindlichkeit etwas nach. Verwechslungen sind, wenn überhaupt, nur mit widerstandsfähigen Jodfettprodukten möglich.

5. Der größte Vorteil der Reaktion liegt in der gleichzeitigen und kontrastreichen Hervorhebung von Gerbstoffen und Stärke im histologischen Bilde. Hierbei ergab das untersuchte Material, das verschiedenen Verwandtschaftskreisen der Blütenpflanzen entnommen wurde, folgendes:

a) Innerhalb einer Pflanze, zu deren Organisation die Speicherung beider Stoffe gehört, wird Gerbstoff und Stärke in der Regel in einer und derselben Zelle nicht aufgestapelt;

b) in pflanzlichen Geweben, die aus beiderlei Zellen zusammengesetzt sind, laufen Speicherung und Abbau der beiden Stoffe sehr häufig parallel;

c) in inhaltlich homogenen Geweben oder Gewebszonen räumt im Laufe der Entwicklung der eine Stoff dem anderen das Feld.

6. Stehen die gewonnenen Einblicke zum Teil in guter Übereinstimmung mit der Vorstellung, die uns E. Fischer und K. Freudenberg über die nahen Beziehungen zwischen Gerbstoffen und Kohlenhydraten geschaffen und begründet haben, so bietet andererseits der zweifellos häufige Abbau der Gerbstoffe keinen Anhaltspunkt, aus dem irgend etwas gefolgert werden könnte, das sich nicht schon in der umfangreichen Literatur über diese Frage vorfindet oder der eine entscheidende Auswahl aus den geäußerten Meinungen und Vorstellungen gestattete.

Zurückzuweisen ist indes die Auffassung, wonach alle Gerbstoffe bedeutungslose oder nur in verschiedenem Belange schützend wirkende Exkrete sein sollen.

Erklärung der Abbildungen.

1. Aus dem Längsschnitt durch das Basalpolster eines Blattes von *Prunus Laurocerasus* L. im Jänner. Innere Region der kollenchymatischen Rinde. Vergr. 113.
2. Aus dem Längsschnitt durch den jungen Sproß von *Echeveria* sp. im März. Rinde und Parenchymscheide. Vergr. 36.
3. bis 6. Aus dem Querschnitt durch den Sproß von *Pelargonium malvaefolium* Jacq. Vergr. 113, und zwar:

   3. Das periphere Mark mit normaler Gerbstoff- und Stärkereaktion im Zustand mittleren Gehaltes.
   4. Rinde mit den Entwicklungsstadien der Reaktion von rechts nach links.[1]
   5. Peripheres Mark mit unterbrochener Reaktion und nach Alkoholbehandlung.
   6. Rinde, unrichtig behandelt. Die Gerbstoffällungen liegen größtenteils zwischen Plasma und Membran *(A)* und sind alkohollöslich *(B)*, wobei der Plasmaschlauch sich zusammenzieht.

7. Aus dem Querschnitt durch den Sproßgipfel von *Pelargonium malvaefolium* in etwa 2 *mm* Entfernung vom äußersten Vegetationspunkt im Jänner. Markperipherie mit anschließendem Gefäßteile. Vergr. 113.
8. Dasselbe anfangs Mai, vor Beginn der Streckung der Blütenanlagen. Vergr. 113.

---

[1] Aus Raumersparnis in eine Geweberegion zusammengezogen. In Wirklichkeit verteilen sich die dargestellten Stadien über den ganzen Organquerschnitt.

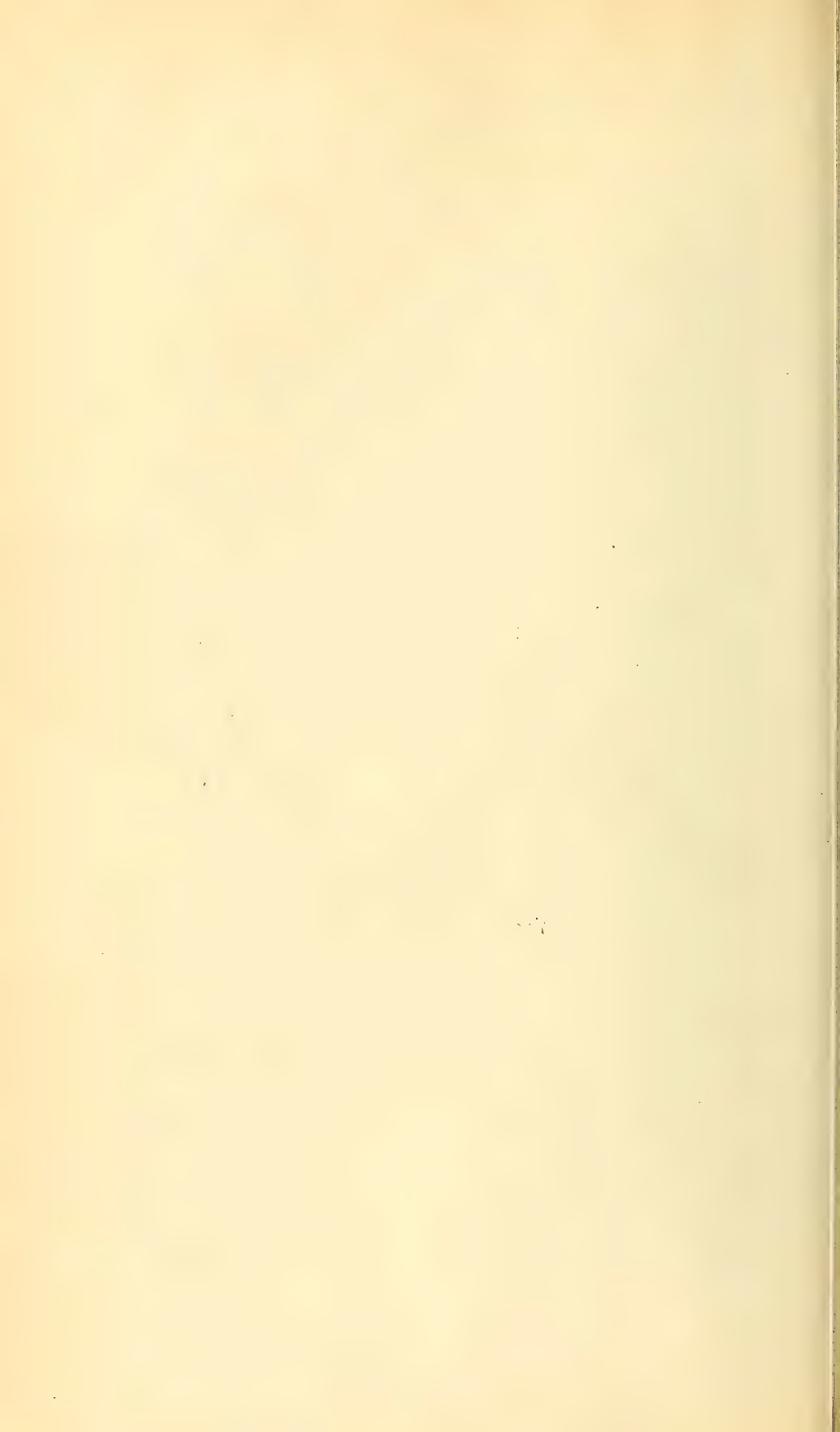


Sperlich, A.: Jod als Reagens für Gerbstoffe.



Autor del.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Die westliche Fortsetzung des Murauer Deckensystems und ihr Verhältnis zum Paaler Carbon

Von

Dr. Alexander Tornquist (Graz)

(Mit 1 Textfigur)

Vorgelegt in der Sitzung am 18. Jänner 1917.

Im Jahre 1915 hatte ich[1] den Zug hemikristalliner Gesteine, welcher dem südlichen Rand der Niederen Tauern vorgelagert ist, in der weiteren Umgebung von Murau bis zum Metnitztale im Süden untersucht. Es hatte sich ergeben, daß der Aufbau des Gebirges durch das Auftreten mehrerer Kleindecken bedingt wird. Die vorliegende Untersuchung ist dem Studium des sich westlich an dieses Gebiet anschließenden Gebirges gewidmet. Zunächst wurde festgestellt, in welcher Weise sich die Murauer Decken nördlich der Mur bis zum Tamsweger Gneis verfolgen lassen und zweitens, welche Rolle die in der alpinen Literatur wohl häufig erwähnte, aber wenig untersuchte Scholle carboner Gesteine in der Paal in dem Deckensystem zukommt.

Wiederum eröffnen sich nach der Beendigung meiner diesjährigen Begehungen nach allen Richtungen neue Probleme. Zur Klärung des Gebirgsbaues dieses Teiles der Ostalpen erscheint die Neuuntersuchung des viel weiter ausgebreiteten Carbongebietes der Stangalpe in Zukunft erheblich wichtiger

---

[1] A. Tornquist. Die Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen. Neues Jahrb. für Min. Geol. u. Pal. B. B. XLI, 1916, p. 93 bis 148 mit 2 Tafeln.

als die nunmehr erfolgte Aufklärung über die Lagerungsbeziehungen des räumlich beschränkten Paaler Carbons. Es tritt die Frage über die Beziehung der Murauer Decken zu den Tauerndecken, ferner zum Aufbau des weiten Nordkärntner Gebirges einschließlich der Triasschollen im Norden der Drau in den Vordergrund.

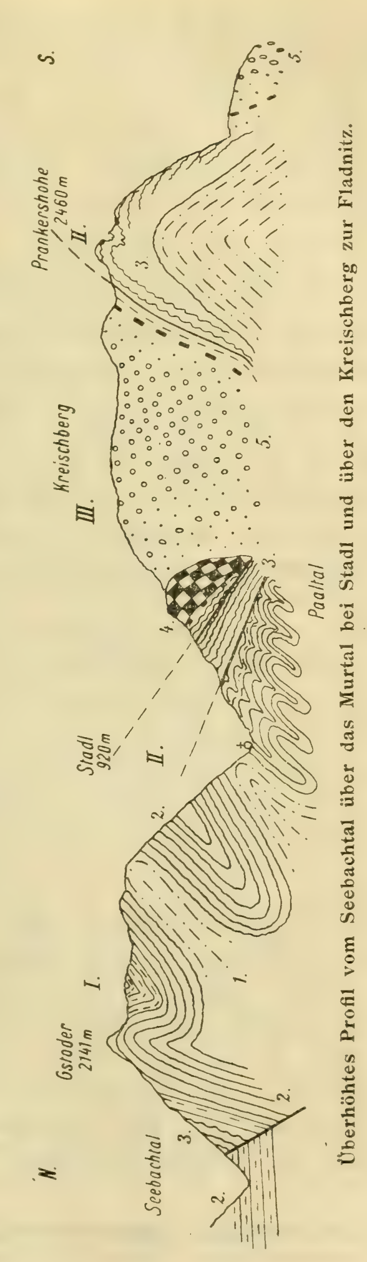
Die nur durch vieljährige Aufnahmearbeit zu gewinnenden Unterlagen für die Lösung dieser Probleme sind ihrer Vollendung noch sehr fern. Der vorliegende Beitrag, der das Resultat der Arbeit in den heurigen Ferienmonaten darstellt, nimmt im Rahmen des Gesamtbildes nur einen bescheidenen Raum ein. Ihm waren aber doch Resultate von allgemeinerer Bedeutung für die Alpengeologie beschieden.

1. Die Fortsetzung der Murauer Decken gegen Westen.

Das nördlich Murau gelegene Bergmassiv der Stolzalpe zeigt den Aufbau des hemikristallinen Schiefersystems des Murauer Gebietes am klarsten. Hier lagert zu unterst Granatglimmerschiefer, dem diskordant der Muraukalk aufliegt. Der Muraukalk geht sowohl in seinem Liegenden als in seinem Hangenden und am Westrand gegen das Rantental auch in seiner gesamten Mächtigkeit infolge starker Druckmetamorphose in Kalkphyllit und infolge von Verquarzung sogar in Quarzphyllit über, jedoch ist er am Nordwestsporn des Stolzalpemassives, am Mittelberg, auch wieder in teilweise rein kalkiger Ausbildung vorhanden. Die diskordante Überlagerung der Murauer Kalke oder ihrer Metamorpha auf den Granatglimmerschiefer wurde von mir als eine tektonische Diskontinuität angesprochen, der Muraukalk (Muraukalkscholle) erscheint auf die liegenden Granatglimmerschiefer als Kleindecke aufgeschoben. Die wiederum im Hangenden der Muraukalke befindlichen Grünschiefer und lichten Sericittonschiefer befinden sich ebenfalls in einer von den Muraukalken abweichenden Lagerung, da sie intensiv dynamometamorphen Muraukalken aufliegen und südlich der Mur auch zwischen dem Grebenzekalk und dem Muraukalk stellenweise stark ausgepreßt sein können, so sind auch sie als eine starkveränderte, einst aus Tonschiefern, Kalken und Diabastuffen

bestehende, besondere Kleindecke (Frauenalpescholle) dem Muraukalke aufgeschoben worden. Über ihr erscheint vornehmlich südlich St. Lambrecht ebenfalls durch stark metamorphe graphitische Quarzphyllite (Mylonitphyllite) getrennt die nächste Kleindecke der Grebenzenkalke (Grebenzescholle).

Das System der hemikristallinen Gesteine sollte nach Fr. Rolle[1] gegen Westen unvermittelt an einer aus SSW gegen NNE östlich Lutzmannsdorf im Murtal auf Tratten im Rantental zu verlaufenden Querverwerfung abschneiden. Diese Auffassung hat aber schon D. Stur[2] im Jahre 1871 nicht bestätigt gefunden. Stur konnte den Murauer Kalkzug von Murau westlich über das Rantental über Tratten, Ranten bis Seebach verfolgen, ferner



Überhöhtes Profil vom Seebachtal über das Murtal bei Stadl und über den Kreischberg zur Fladnitz.

1 = Gneis, 2 = Granatglimmerschiefer mit Muraukalk (gestrichelt), 3 = Kieselschiefer und Glimmerschiefer, 4 = Paal (Grebenze-) kalk, 5 = klastisches Carbon. I = Basales Gneis-Glimmerschiefergebirge, II = Frauenalpescholle, III = Grebenzescholle.

[1] Ergebnisse der geognostischen Untersuchung des südwestlichen Teils von Obersteiermark. Jahrb. d. geol. R. A., 1854, p. 327.

[2] Geologie von Steiermark, 1871, p. 45.

stellte er einen Zug von Tonglimmerschiefer[1] (Sericittonschiefer) von der Stolzalpegipfelpartie ebenfalls bis Seebach fest, »wo man ihn die Kalkmassen von Seebach unterteufen sieht«. Besonders aus der letzten Feststellung ergibt sich einwandfrei, daß die hemikristallinen Gesteine von Murau weit die von Rolle gezogene Grenze überschreiten.

Die neuerliche Begehung hat nun gezeigt, daß der Aufbau des Gebirges bis über Seebach hinaus in ausgesprochener Weise unter dem Einfluß der schon von mir im Jahre 1915 festgestellten Bruchtektonik des Nordwestspornes des Stolzalpemassives steht (vgl. hiezu das Profil auf Seite 119 meiner oben zitierten Abhandlung des Jahres 1916). Diese Bruchtektonik offenbart sich bereits im unteren Quertal des Rantenbaches an der Straße von Murau bis Tratten. Von Murau kommend durchquert man bis Vorstadt Murau im wesentlichen Kalkphyllite und Quarzphyllite von der Basis der Muraukalke, welche Metamorpha dieser Kalke darstellen. Seltener werden die diesen Phylliten unterlagernden Granatglimmerschiefer sichtbar. Nördlich Vorstadt Murau fällt aber der Muraukalk selbst in Gestalt eines grobkörnigen Marmorlagers mit 40° nordnordwestlichem Einfallen zum Talboden hinab. In seinem Hangenden weiter nördlich beim Bucher, ohne daß der Kontakt mit dem Kalk aufgeschlossen ist, und zwar nördlich der Fahrstraße, tritt ein Zug grüner Sericittonschiefer mit gleichgerichtetem Einfallen auf. Diese Schiefer gehören den Schiefern der Stolzalpegipfelpartie (Frauenalpescholle) an und sind gegen Nordosten leicht im Gehänge aufwärts bis zur Kote 1321 zu verfolgen. Im großen und ganzen erscheint daher das Stolzalpe-Schichtensystem im Rantener Quertal östlich Tratten in Form einer gegen NNW gerichteten Schichtenabbiegung. Es sei nur nebenbei erwähnt, daß diese Schichtenabbiegung östlich der Kote 1321 am östlichen Abfall des Stolzalpemassivs gegen das Katschtal ihren Charakter verliert und hier in eine östlich der Pogerhube und des Reitenauer verlaufende Störung übergeht. Die Schichtenabbiegung kommt daher in meiner

[1] Die Bezeichnung »Tonglimmerschiefer« ist schon von K. Peters mit Recht beanstandet worden (Jahrb. d. k. k. geol. R. A., 1855, p. 517).

oben herangezogenen Profilzeichnung, die über die Kote 1321 gelegt ist, nicht so stark zum Ausdruck, als wie sie im Rantental sichtbar ist. Jenseits des vom Koller aus dem Rantental in die Höhe ziehenden Grünschieferzuges beginnt der wiederum aus in höherer Lage auftretendem Muraukalk aufgebaute Mittelberg. Er ist gegen den Grünschieferzug im Südosten durch eine Störung getrennt, welche wie die Grünschiefer aus WSW gegen ENE verläuft. Dort, wo der Kalk des Mittelberges an den Grünschiefer stößt, ist er magnesitisiert und hier tritt vornehmlich im Kalk ein Gangsystem von Pyritadern auf, welches schon von Rolle erwähnt worden ist.[1]

Diese hier am Nordwestsporn des Stolzalpemassives beobachteten Gesteinszüge sind es, welche gegen Westen weit über Tratten hinaus bis über Seebach hin verfolgt werden können. Der schon von Stur beschriebene Kalkzug Tratten — Seebach ist die Fortsetzung der Muraukalkpartie des Mittelberges; südlich von ihm tritt die streichende Verlängerung der gegen NNW fallenden Grünschiefer von Koller auf.

Diese Beobachtungen bestätigen demnach im großen und ganzen die Ausführungen Stur's. Es wird durch sie aber nur bewiesen, daß die Gesteinszüge des nördlichsten Zipfels der Stolzalpe in unverändertem Streichen und Ausbildung weit über die Linie Lutzmannsdorf — Tratten hinüberreichen, während die Frage, wie weit das Schichtsystem der Hauptpartie der Stolzalpe diese Linie überschreitet, vorerst noch offen geblieben war.

Die westliche Fortsetzung der eigentlichen Stolzalpe mußte in dem vielgegliederten Gebirgszug des Kramerskogels (1806 *m*), des Trattenkogels, des Gstoder (2141 *m*), der Payerhöhe oberhalb Stadl a. d. Mur und schließlich des Lasaberges bis zum Abfall des Gebirges gegen die breite Talsenke Tamsweg—Mauterndorf in Salzburg erwartet werden. Die Begehung dieses Gebirgsstückes ergab, daß bis jenseits des Gstoder und der Payerhöhe der Granatglimmerschiefer bei weitem vorherrscht, daß der Muraukalk sich aber in verschiedenen

[1] Der Nöckelberg (Nickelberg) vgl. auch meine oben zitierte Arbeit (p. 123).

Zügen weit westwärts bis über Stadl hinaus vorfindet, daß ferner unter dem Granatglimmerschiefer bei Stadl der Gneis zutage zu treten beginnt, um weiter westlich am Lasaberg ganz zu überwiegen und daß eine Fortsetzung der Grünschiefer und Sericitschiefer der Stolzalpegipfelpartie nördlich der Mur hier nirgends mehr nachweisbar ist. Ganz anders liegen aber, wie sogleich erwähnt sei, die Verhältnisse südlich der Mur in der westlichen Fortsetzung des Frauenalpemassives bis über die Paal.

Für den ausgebreiteten Gebirgszug vom Lerchberg westlich des Rantener Quertals bis über den Gstoder und die Payeralpe bis ungefähr zum Einacher Sattel im Westen kann das folgende Bild gelten. Der auffallend geradlinige südliche Abbruch des Gebirges zwischen Odach und St. Ruprecht gegen das Murtal ist auf eine Störung zurückzuführen, welche nahezu West—Ost verläuft und die Fortsetzung der früher von mir knapp südlich Murau am Fuß der Frauenalpe[1] und bei St. Martin oberhalb Triebendorf festgestellten Aufschublinie der Frauenalpescholle auf die Murauer Kalke darstellt.

An diese Störung treten von Norden her Muraukalke mit ihrer Granatglimmerschiefer-Unterlage und von Süden her die Grünschiefer, Tonschiefer und Sericitschiefer der Frauenalpescholle. Die Störung selbst, an welcher südlich Murau sehr stark metamorphe Quarzglimmerschiefer aufgeschlossen und von mir beschrieben worden sind, verläuft hier im Talgebiet und ist nirgends direkt zu beobachten. Sie wird nur durch den Gesteinswechsel auf beiden Seiten des Murtals und durch das ausnahmslose südliche Fallen der Muraukalke und Granatglimmerschiefer nördlich der Mur und der Tonschiefer südlich der Mur angezeigt. Am Zielberg oberhalb der Wandritschbrücke stehen mäßig gegen Süd geneigte Murauer Kalkphyllite und weiter nördlich ähnlich gelagerte zuckerkörnige Muraumarmore an. Im nördlichen Gehänge oberhalb St. Georgen sind steil südlich fallende Granatglimmerschiefer entblößt, die Muraukalke scheinen hier die untersten Talabsätze aufzubauen, während der Granatglimmerschiefer bis zum Ochsenkogel hinan

---

[1] Vgl. p. 114 meiner oben zitierten Abhandlung.

anhält. In den Bachrunzen nördlich St. Ruprecht ist stark zerdrückter, muskovitreicher Glimmerschiefer, erfüllt von besonders großen und schönen Granatrhombendodekaedern und weiter talabwärts Muraukalk zu beobachten. Sofern es sich um einen normalen Längsbruch handeln würde, sollte man ein Hinaufziehen der Störung auch westlich St. Ruprecht weiter gegen Westen auf die Payerhöhe (1971 *m*) erwarten. Dem ist aber nicht so. Sowohl die Payerhöhe (1971 *m*) als auch die Felsköpfe der Senberger Alpe oberhalb der Schwaiger Alm bestehen hier überall aus einem plattigen, festen, gneisähnlichen Muskovitquarzitschiefer, der auf der Payerhöhe schwach südlich und in den Felsköpfen der Senberger Alpe WNW fällt. In diesen kommt auch Strahlstein vor. Hieraus ergibt sich, daß die Dislokation am Südfuß des Gebirges zwischen St. Ruprecht und Murau keinen Querbruch darstellt, sondern genau so wie südlich Murau und von dort bis zum Blasenkogel eine südlich einfallende Überschiebungsfläche ist, auf der die Frauenalpeschiefer (Silur) auf die Muraukalke (Devon?) und ihre Unterlage, die Granatglimmerschiefer, aufgeschoben sind. Die Gesteine der Payerhöhe, der Senberger Alpe und, wie ich hinzufüge, diejenigen des Gebirgsabfalls bis Stadl gehören dem basalen Gebirge an, über das das südlich der Mur gelegene Schiefergebirge (Frauenalpescholle) aufgeschoben ist. Die Überschiebung verläuft von St. Ruprecht weiter, gegen SSW zu dem bei 1201 gelegenen Bauernhof am Kreischberg-Gehänge hinan. Der Grund ihrer Umbiegung gegen Süden und der Ausdehnung des basalen Gebirges südlich bis über Stadl ist offenbar darin zu suchen, daß das basale Gebirge sich hier in einer besonders hohen Lage befindet. Es wird später gezeigt werden, daß diese hohe Lage der Basalscholle bei Stadl im Gegensatz zu Murau mit einer starken Faltung der Basalscholle Hand in Hand geht und demnach eine ursprüngliche ist, d. h. schon zur Zeit der Deckenschübe eingetreten sein muß.

Die dergestalt vom Blasenkogel über St. Martin bei Triebendorf, ferner südlich Murau bis St. Ruprecht nunmehr über 25 *km* auf dem Blatt Murau der Spezialkarte verfolgte Überschiebung hat zwischen St. Ruprecht und Gestütthof östlich

Murau unverkennbar das hier auffallend regelmäßig aus West gegen Ost verlaufende Murtal vorgezeichnet.[1]

Inmitten des Gebirgsstückes Lerchberg, Kramerskogel, Gstoder, Payerhöhe gehen die in der Nähe des Ausbisses der Überschiebung gegen Süden abbrechenden Muraukalke und Granatglimmerschiefer in mehr söhlige Lagerung über, ohne aber über größere Erstreckung ein einheitliches Fallen zu zeigen. Auf dem Gipfel des Kramerkogels stehen flach gegen NNE fallende, lichte Muskovitschiefer, auf dem Trattenkogel mit 40° gegen Nord fallende Granatglimmerschiefer, am Sattelkogel die gleichen Gesteine mit 30° Einfallen gegen ESE an. Am Sattel zwischen den beiden letztgenannten Gipfeln treten Granatglimmerschiefer mit nordöstlichem und östlichem Einfallen auf. Am Seebacher Sattel sind wiederum die als Metamorpha der Murauer Kalke anzusprechenden granatfreien Muskovitquarzphyllite zu beobachten. Die Gstodergipfelpartie (2141 *m*) besteht aus flaserigen, stark verdrückten, verquarzten muskovitreichen, teilweise mit großen Granatrhombendodekaedern gespickten Granatglimmerschiefern, die südlich vom Gipfel gegen NNW fallen. Zwischen den Gstoder und der Payerhöhe sind Kalkphyllite und Muraukalke, die hier häufig Pyritwürfel enthalten, in deutlich synklinaler Schichtstellung flach eingefaltet. Ein besonders bemerkenswerter Aufschluß befindet sich am Wege von der Wandritschbrücke zum Seetaler Sattel. Unmittelbar südlich des »R« von Rieberhuben der Spezialkarte lagert über den sich bis zum Sattel heraushebenden Granatglimmerschiefer bei der Wegeteilung eine etwa 1 *m* mächtige Dolomitbank, in der Pyritwürfel auftreten. Mit dieser Bank zusammen finden sich Muskovitschiefer, die dicht erfüllt sind von Strahlsteinrosen; in diesem Aktinolithschiefer treten daneben große Quarzknollen auf. Die einzelnen Aktinolithkristalle überschreiten häufig eine Länge von 15 *cm*. Gegen den Granatglimmerschiefer folgen dann bald feste Hornblendefelsen mit Granaten und Muskoviteinschlüssen. Diese

[1] Zwischen Odach und Gestütthof folgt der Dislokation allerdings nicht die heutige Murtalfurche, sondern ein mehr südlich gelegener und in höherer Lage befindlicher diluvialer Talboden hinter (d. h. südlich) dem Murauer Kalvarienberg.

Hornblendegesteine scheinen den Schiefern stockförmig eingelagert zu sein. Sie sind wohl Teile eines alten Eruptivstockes. Der 400 *m* weiter nördlich folgende Granatglimmerschiefer ist muskovitreicher und enthält Talkanreicherungen; auch hier treten wiederum Gänge des Hornblendegesteins auf.

Einen sehr viel komplizierteren Aufbau zeigt das Gehänge von der Schwaigeralpe südlich der Senbergeralpe gegen Stadl. Unter dem vorerwähnten Muskovitquarzschiefer der Gipfelpartie lagert von 1500 bis 1300 *m* eine Zone stark gefältelter und zerdrückter Granatglimmerschiefer, deren Einfallen mehrfach als ein nordwestliches erkannt werden kann. Unterhalb 1300 *m* treten aber am Gehänge ebenfalls aus SW gegen NE streichende feste, plattige Gneise auf, die am Fuß des Abhanges unmittelbar oberhalb Stadl wiederum von gegen NW fallenden Granatglimmerschiefern unterteuft werden. Der sich von Stadl zur Senberger Alpe hinaufziehende Berghang entblößt demnach mehrere vertikal übereinander liegende, horizontal gelegene Schichtenfalten, an deren Zusammensetzung Gneis und Granatglimmerschiefer Anteil haben. Die Tektonik dieses Bergstückes offenbart besonders deutlich die stark verfaltete innere Struktur des basalen kristallinen Schiefergebirges, in dessen Hangendem die Scholle der Muraukalke eine wesentlich ruhigere Lagerung besitzt. Über den einst in größerer Mächtigkeit vorhanden gewesenen Muraukalken dürfte früher aber die Frauenalpe-Schieferdecke, wenn auch in erheblich geringerer Mächtigkeit, vorhanden gewesen sein, wie das eingangs erwähnte Vorkommen von Grünschiefern in dem nördlich des Gebirgsstückes bei Seebach vorhandenen Bruchschollen beweist. Daß ihre Mächtigkeit aber keine große gewesen sein dürfte, ergibt sich aus der im nächsten Abschnitt behandelten Ausbildung der Grünschieferdecke am Kreischberg und ihre Ausbildung an den Gehängen des Paaltales südlich der Mur.

Man könnte vielleicht vermuten, daß die Abnahme der Mächtigkeit der Frauenalpescholle südlich der Mur von der Frauenalpe bis zum Kreischberg in ursächlichem Zusammenhang mit der festgestellten größeren Höhenlage des basalen Schiefergebirges westlich des Rantentales steht. Sollte das der

Fall sein, so würde das Ansteigen der Granatglimmerschiefer von Rantental bis zum Gstoder und die Heraushebung des Gneises bis zum Lasaberg und der Tamsweger Talweite ein ursprüngliches sein, d. h. schon aus der Zeit der Deckenschübe stammen. Die Beweise für diese Annahme scheinen mir aber vorderhand noch nicht genügend zu sein. Jedenfalls läßt die vielfach (am Gstoder) zu beobachtende äußerst verpreßte Struktur der Gipfelgesteine unseres Gebietes und die metamorphe Beschaffenheit der zwischen ihm leicht eingefalteten Muraukalke keinen Zweifel darüber, daß ihnen einst sehr mächtige Gesteine, d. h. andere Decken aufgelagert waren. Außer der Frauenalpedecke kommt da aber in erster Linie die im nächsten Abschnitt behandelte Paaler Carbondecke in Betracht.

Die eingangs erwähnte von Rolle aufgeworfene Frage der westlichen Begrenzung der Murauer Gesteine hat demnach durch die Einzelbeobachtung eine recht komplizierte Lösung gefunden.

2. Die Fortsetzung der Kleindecke der Frauenalpe gegen Westen.

In meiner eingangs zitierten Abhandlung hatte ich südlich Murau die Überlagerung der Muraukalke durch eine fast bis zum Gipfel der Frauenalpe reichende Decke von Grünschiefern, sericitischen Ton- und Kieselschiefern und zerpreßten Diabasdecken nachweisen können. Ich hatte ferner die Vermutung geäußert, daß die milden, ebenen Sericittonschiefer und harten Diabasgrünschiefer der obersten Gipfelpartie oberhalb 1700 *m* die Reste einer noch höheren Kleindecke, der im Südosten von mir erkannten Grebenzedecke, sein könnten.

Diese Annahme hat durch die Untersuchung der hohen Gebirgszüge beiderseits des Paaltales nunmehr eine Bestätigung erfahren. Hier tritt außerdem ein im Westen fehlendes Schichtensystem hinzu, das ich unter der seither in der Literatur verwendeten Bezeichnung vorläufig als die Paaler Carbonscholle bezeichnen will. Es ergab sich zugleich eine enge

Beziehung dieses Schichtsystems zum Grebenzekalk oder zur Grebenzedecke.

Zum Studium der vorliegenden Verhältnisse sind von mir die beiderseits des Paaltales hinziehenden hohen Bergrücken und die Flanken des Paaltales begangen worden, welche einen ebenso komplizierten wie interessanten Aufbau zeigen.

Während der Ausgang des Paaltales südlich Stadl in etwa 920 *m* Meereshöhe liegt, kulminiert der östlich des Paaltales liegende Gebirgszug im Kreischberg bei 2050 *m*, Goldach-Nock 2125 *m* und in der Prankershöhe bei 2160 *m*, der westlich der Paal liegende Bergzug im Karlsberger Eck bei 1844 *m*, der Strasserhöhe mit 2121 *m* und in der Würflingerhöhe mit 2195 *m*.

Das Paaler Carbon ist seit den Zeiten Rolle's und Peter's nicht wieder beschrieben worden. Beide behandelten es nur nebensächlich neben dem viel weiter ausgebreiteten Turracher Carbon, so daß die Lagerung des Paaler Carbon bisher nicht bekannt geworden ist.

Die Schichtenfolge des Paaler Carbon führt Stur in der »Geologie der Steiermark« nach V. Pichler[1] als die folgende an: zu unterst lagern »untere Schiefer und eine Masse von Kohlenkalk«, über ihnen fein- und grobkörnige Konglomerate.

Meine Beobachtungen haben ergeben, daß die Lagerung des Paaler Carbon überhaupt und auch die Lagerungsbeziehungen der genannten drei Gesteinsarten zueinander recht komplizierte sind.

Betreten wir das Paaltal von der Station Stadl aus, so überzeugt uns bald ein Aufschluß am östlichen Talgehänge, daß wir uns im Granatglimmerschiefer befinden. Dieser Schiefer ist hier sehr intensiv gefältelt; mehrere kleine, nur wenige Meter lange, horizontal übereinander gelegte Falten sind in ihm sehr schön sichtbar. Während besonders das westliche Talgehänge durch die Schotterdecke einer diluvialen Hochterrasse bedeckt wird, erscheint der Granatglimmerschiefer wiederum in außerordentlich stark ausgewalzter, flaseriger Beschaffenheit vor

[1] Die Umgebung von Turrach in Obersteiermark in geognostischer Beziehung usw. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1858.

und hinter der Paaler Oberförsterei. Hier liegen die Schiefer nahezu söhlig. Unmittelbar westlich der Oberförsterei tritt als Überlagerung der Granatglimmerschiefer in einem abseits der Straße gelegenen Steinbruch ein mit 35° gegen Süd fallendes sericitisches Kieselschiefergestein der aufgelagerten jüngeren Schichtserie auf. Beim Aufstieg von der unteren Paal zum Jäger Reiter auf dem Wege, welcher bis zum westlichen Bergrücken zwischen dem Karlsberger Eck und der Staiberhöhe hinanführt, beobachten wir den gleichen Granatglimmerschiefer bis zur Höhe 1370 *m*, beim Austritt aus dem Wald; ihm sind auch hier wiederum feste Quarzfelsbänke und Kieselschiefer aufgelagert. An seiner oberen Grenze ist auch hier der Granatglimmerschiefer sehr stark zerpreßt, und zwar zeigt er eine zu seiner Schieferung schräg und unregelmäßig verlaufende Zerquetschung. Im Vergleich zu dem im nördlich Stadl gelegenen Berghang, in dem der Granatglimmerschiefer, wie bereits geschildert wurde, mit dem liegenden Gneis mehrere übereinander liegende Großfalten bildet, fällt seine sehr viel intensivere dynamische Bearbeitung unterhalb der Quarzfelse und Kieselschiefer der Paal stark auf. Die das Liegende der höheren Schichtenserie bildenden Kieselgesteine sind weiterhin besonders gut an dem oberen Teil des vom Jäger Reiter in die Höhe führenden neuen Weges aufgeschlossen. Das Gestein nimmt bei der bei 1490 *m* gelegenen Jagdhütte eine lichte, stengelige Beschaffenheit an und erinnert außerordentlich an die Diaphtorite, welche an der Basis der mesozoischen Radstädtertauerndecken beispielsweise in der Gipfelpartie des Speierecks ausgebildet sind[1]. Es handelt sich hier ohne Zweifel um ein vollständig verkieseltes tektonisch ausgewalztes Gestein, welches seine ursprüngliche Beschaffenheit und Struktur bis zur Unkenntlichkeit eingebüßt hat. Noch höher am Berghang, die Gipfelpartie der Staiberhöhe zusammensetzend, entwickelt sich aus ihm in stratigraphisch höherem Horizont durch starke Glimmereinlagerung ein Quarzphyllit; unter der gesamten Schichtenfolge erscheint aber auf der Würflingerhöhe bankig abgesonderter feinkörniger Quarzglimmer-

[1] Dort auch als Quarzit in der Literatur benannt.

schiefer. Bei den Quarzglimmergesteinen handelt es sich unverkennbar um die dynamometamorph außerordentlich stark veränderte Basalpartie einer über dem zerquetschten Granatglimmerschiefer aufgeschobenen Deckscholle.

Im Paalgraben ist das Hangende der Kieselschiefer unweit der Oberförsterei beim Aufstieg nach Unter Bergele durch Hochterrassenschotter verdeckt. Erst bei diesem Gehöft selbst werden graue, graphitische, muskovitführende körnige Quarzitschiefer sichtbar, die als metamorphe, kohlehaltige oder stark bituminöse Tonsandsteine anzusprechen sind. Sie sind mit Sicherheit der Carbonen Schichtfolge einzureihen, während dasselbe für die liegenden Quarzdiaphtorite vorläufig zweifelhaft bleibt. Weiterhin treten in diesem hier ebenfalls südlich fallenden Schiefern auch reichliche Quarzlinsen und Quarzzüge auf, die bis zu 5 *m* Mächtigkeit anwachsen können. Weiter im Hangenden werden dunkle Schiefer sichtbar, welche in gleicher Ausbildung auch in der Tiefe des Paaltales beobachtet werden können und hier teilweise dunkle Kalkbänke einschließen. Oberhalb Unter Bergele treten bei 1190 *m* dunkle, kleinkörnige Kieselkonglomerate auf. Der Typus dieser Konglomerate der Paal ist schon von Rolle beschrieben worden. Sie fallen durch ihre starke Metamorphose auf. Zwischen den hier stets aus Quarz bestehenden Geröllen von sehr wechselnder Größe ist ein grünliches, chloritisches, muskovitreiches, festes, körniges Zement vorhanden. Ihre Farbe wechselt zwischen einem reinen Grau und einem intensiv chloritischen Grün. Bereits Rolle wies auf die große Übereinstimmung dieser rauhen Carbonkonglomerate mit den gleichalterigen Konglomeraten der Westalpen hin. Eine Übereinstimmung mit den Carbongesteinen, welche nördlich Lugano bei Manno in Gneis eingefaltet sind, kann ich ebenfalls bestätigen. Beim weiteren Aufstieg ins Hangende der Schichtenfolge gegen den Hansenbach zu treten die Konglomerate und ihnen zwischengelagerte, graphitische Glimmerquarzitschiefer (metamorphe Sandsteine) zu mächtigen Felsen zusammen. An den beiderseits des Hansenbaches gegen die Strasser Höhe steil emporsteigenden Kuppen des Schalch-Nock (auf der Spezialkarte als Ebenwald bezeichnet) und Hansen-

Nock hat sich das Einfallen der Konglomerate und Schiefer aber in ein fast rein östliches gewendet, und hier tritt in ihrem Liegenden eine mächtige, die eben bezeichneten Höhen vollständig aufbauende, lichte Kalkmasse auf. Diese Kalkmasse hat inmitten der klastischen Gesteine eine scharf begrenzte linsenförmige Umgrenzung und fügt sich weder dem Streichen der besprochenen kristallinen Schiefer der Staiber-Strasserhöhe noch demjenigen der Konglomeratbänke ein. Sie liegt einer tektonischen Klippe gleich inmitten ihr fremder Gesteine. An der neuen, vom Jäger Meyer zur Hansenalpe führenden Jagdstraße ist deutlich zu beobachten, daß sie unter einer mächtigen, mit 30° O einfallenden Konglomeratschichtenfolge einschießt. Die teilweise dolomitisierten Kalkbänke sind aber den Schichten der Konglomeratbänke nicht konform gelagert. Am Kontakt mit den Konglomeraten sind sie söhlig gelagert, fallen aber am Wege bis zur Hansenalpe stellenweise in N und schließlich in S ein. Der Kalk ist erzreich. Noch vorhandene Stollen und Schächte weisen auf den intensiven Brauneisenbergbau hin, der hier bis in den sechziger Jahren umging. Die Haupterzführung findet sich in der Nähe des erwähnten Kontaktes mit den Konglomeraten. Dabei ist in der Tiefe des Kalkes Schwefelkies in stellenweise bis zu erheblicher Mächtigkeit anwachsenden metasomatischen Linsen vorhanden, von denen die heute noch auf den Halden liegenden großen Schwefelkiesblöcke Zeugnis ablegen. Der ältere Brauneisensteinbergbau hat den eisernen Hut dieser interessanten Lagerstätte fast vollständig abgebaut und ist stellenweise bis in den Kies vorgedrungen, der aber nicht verwertet worden ist.[1]

In den tieferen Talstufen und am Grund der Paal ist von diesem Kalk des Hansen-Nocks nichts vorhanden, erst weit südlich jenseits der Kärntner Grenze tritt der gleiche

[1] Nur nebenbei möchte ich hier erwähnen, daß der Hauptschacht am Langenmoos im Grunde eines in 1500 *m* Höhe gelegenen alt-diluvialen Talbodens gelegen ist, der keine Beziehung mehr zum heutigen Talsystem besitzt. Die hier weiterhin auftretenden Hochmoorflächen sind ebenfalls alte Stücke dieses sehr hoch gelegenen Talsystems mit geringem Gefälle. Geomorphologische Studien in diesen alten Talresten versprechen interessante Resultate.

Kalk am Wurmstein wieder auf. Nur am sogleich zu besprechenden Südabhang des Kreischberges wird ein gleicher Kalk wieder am jenseitigen Gehänge des Paaltales sichtbar.

Im Grunde des Paaltals werden bei der Einmündung des Hansenbachgrabens südlich fallende graphitische Carbon-Quarzitschiefer und dann weiterhin Kieselkonglomerate in ungeschichteten massigen Bänken sichtbar. Unterhalb des Hansen-Nock gehen die Schichten in seigere Stellung über und fallen weiterhin vor der Grenze des Schwarzenbergischen und Urban'schen Jagdreviers gegen Norden ein. Vor dem Urban'schen Jagdhaus, besonders gut in den hier gegen Vorderhütten und die Grießeralpe an Felspartien aufgeschlossen, folgen Quarzfelsen. Dann erscheint wiederum als das basale Gebirge der Carbonschichten ein dünngeschieferter, dunkler, biotitführender Quarzitschiefer — das gleiche Gestein, welches die Würflingerhöhe zusammensetzt. Erst in der oberen Paal an der Einmündung des Schachmanngrabens treten nunmehr wiederum mit südlichem Einfallen Kieselschiefer und dann graphitische Quarzitschiefer des Carbons auf, in denen jenseits der Kärntner Grenze von neuem eine Kalkpartie, jene des Wurmsteins, eingelagert ist, über die mir Einzelbeobachtungen nicht zur Verfügung stehen.

Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen das folgende Gesamtbild: Den Granatglimmerschiefern des Paalausganges sind diaphoritische Kieselgesteine aufgelagert, über die eine nur ungefähr 5 *km* breite Carbonscholle gelagert ist. In der mittleren Paal hebt sich von neuem das basale Gebirge, in diesem Fall ein Biotitquarzitschiefer als ungefähr 2·5 *km* breite Antiklinale heraus, der südlich über die Kärntner Grenze von neuem die Carbonserie mit zwischengelagerten diaphtoritischen Schichten aufliegt. Die carbone Schichtenserie beginnt über den Quarzdiaphoriten mit metamorphen Tonsandsteinen und Sandsteinen, die im Hangenden in eine mächtige Konglomeratbildung übergehen. Inmitten der veränderten Konglomerate befindet sich am Schalch- und Hansen-Nock eine schichtenfremde Kalkmasse.

Diese Lagerungsverhältnisse wurden durch die an dem östlich der Paal befindlichen Gebirgsrücken angetroffenen Verhältnisse wesentlich geklärt. Von Stadl führt ein Pfad östlich, den Kreischberggraben südlich lassend, zum großen Bauernhof 1201 *m*[1] und über die Esebeck-Skihütte zum Gipfel des Kreischbergs. Die Aufnahme des hier sichtbaren, sehr interessanten Schichtprofils konnte durch ergänzende Beobachtungen in der Tiefe des Kreischberggrabens vervollständigt werden.

Der erste Anstieg vom Murtal erfolgt in einer anscheinend flach gelagerten, in Wirklichkeit aber, dem vorbeschriebenen Aufschluß am rechten Gehänge des Paaltalausganges entsprechend, stark in übereinander gelegte Kleinfalten zusammengeschobenen Folge von Murauer Kalkphylliten und Granatglimmerschiefern. Am steil ansteigenden Wege sind biotitführende Kalkphyllite mit dunkelblauen Kalklagen, bei 1110 *m* Höhe lichtere Kalkphyllite, dann bis 1240 *m* ein fester, lichter Quarzfels gut aufgeschlossen. Die gleichen Gesteine, mit Ausnahme des Quarzfelsniveaus, stehen südwestlich Murau bei Schloß Goppelsbach und an der weiter westlich zum Murtal steil abfallenden Felspartie mit nordöstlichem Einfallen an. Diesem basalen Gebirge sind von 1250 *m* Meereshöhe ab lichte, sericitische Kieselschiefer, verkieselte Grünschiefer und dünnschieferige verquetschte Muskovitkieselschiefer aufgelagert, welche bei 1350 *m* Quarzlinsen eingeschaltet enthalten.

In 1390 *m* Höhe nehmen diese Schiefer eine äußerst stark zerdrückte Beschaffenheit an und sind kleingefältelt. Diese Gesteine müssen wir als die Äquivalente der glimmerärmeren Kieselgesteine ansprechen, welche vom Steinbruch bei der Oberförsterei Paal und oberhalb des Jäger Reiter bereits beschrieben worden sind; sie stimmen zum Teil vollständig mit dem Gestein an der Staiberhöhe überein. In ihrem Hangenden folgen über ihrem stark verpreßten Dach schwarze Kalkschiefer, sericitische Grünschiefer und bei 1500 *m* lichte, teils verkieselte Kalke und zuckerkörnige Dolomitbänke, welche bis tief unter

[1] Vgl. oben p. 7.

ihrer Oberfläche eine lockere tuffige Verwitterung zeigen.[1] Das in 1600 *m* Höhe befindliche Plateau vor dem letzten Anstieg zur Esebeckhütte stellt die Oberkante dieses Kalkes dar, der hier in einen südlich fallenden, zuckerkörnigen massigen Dolomit umgewandelt ist. Es ist leicht erkennbar, daß dieses nahezu 200 *m* mächtige Kalkdolomitniveau hier der Schichtenfolge konkordant eingelagert ist. Über ihm beginnen mit Sericittonschiefer, die dem Gipfelgestein der Frauenalpe gleichen, die carbonen graphitischen Quarzitschiefer und Kieselkonglomerate der Paal. In 1640 *m* Höhe setzen die ersten Konglomeratbänke ein, die hier und ebenso bei 1970 *m* ebenso wie die ganze Schichtserie flach südlich einfallen. Die gleichen Gesteine halten vielfach verstürzt und in massiger Ausbildung, ohne daß ihre Lagerung erkannt werden könnte, im wesentlichen bis zum Kreischberggipfel in 2160 *m* Meereshöhe an, jedoch sind ihnen wiederholt die sandigen, rauhen graphitischen Quarzitschiefer eingelagert.

Das vom Murtal bis zum Kreischberggipfel entwickelte Profil weicht demnach wesentlich von dem im Grunde der Paal und an ihren westlichen Höhen beobachteten ab. Zu unterst lagern allerdings in allen Fällen Granatglimmerschiefer, die mit Murauer Kalk verfaltet sind, über diesen tritt eine durch glimmerreiche Grünschiefer ausgezeichnete, stark dynamometamorphe Ton- und Kieselschieferserie in einer beiläufigen Mächtigkeit von 150 *m* auf, welche den Quarzdiaphtoriten im Westen entspricht. Ihr Hangendes bildet am Kreischberg aber ein im Westen in dieser stratigraphischen Lage fehlendes, regelmäßig nach Süden einfallendes Kalkdolomitenniveau von einer beiläufigen Mächtigkeit von 200 *m* Mächtigkeit, das in seinem Liegenden durch dunkle, phyllitische Kalkschiefer eingeleitet wird; dann erst folgt die sandige, konglomeratische Carbonschichtserie in einer jedenfalls 500 *m* überschreitenden Mächtigkeit. Es besteht nun kaum ein Zweifel, daß das Kalkniveau unterhalb der Esebeckhütte dem Hansen-Nock-Kalk entspricht. Während der Kalk aber am Kreischberg in normaler

[1] Dieser schöne gelbe Kalktuff ist im Kreischberggraben früher gebrochen und als Baustein bei der Murauer Kirche, beim Schloß Goppelsbach und in der Gegend für Wegkreuze vielfach verwendet worden.

Lagerung unterhalb des klastischen Carbons erscheint, bildet er am Hansen-Nock, in die Basis des Carbon eingequetscht, isolierte, stratigraphisch fremde Kalkklippen.

Zur Deutung der Paaler Profile ist von der Ausbildung der sehr mächtigen Kieseldiaphtorite über den in ihrem Dach überaus stark zerpreßten und gefältelten Granatglimmerschiefern mit den gefalteten Muraukalken auszugehen. Wir befinden uns hier in einer Dislokationszone. Das Paaler Carbon befindet sich nicht in normaler Auflagerung auf dem Granatglimmerschiefer. Die zwischen beiden Schichtsystemen herrschende Diskordanz ist eine tektonische Diskontinuität. Das Kreischbergprofil zeigt aber, daß zur oberen Scholle, zur Decke des Paaler Carbon auch ein Kalkniveau gehört, das hier das normale Liegende des klastischen Carbons bildet, am Hansen-Nock aber beim Aufschub in einzelne große Massen zerdrückt, in die carbonischen Konglomerate eingepreßt und von ihnen dynamisch eingehüllt worden ist. Man kann die Kalkmasse des Hansen- und Schalch-Nock als einen Schubfetzen bezeichnen, welcher der Basis der oberen Decke entnommen ist. Jedenfalls gehören die Kalke und das klastische Carbon einer Decke an.

Sodann fällt in den Profilen die große Mächtigkeit der Kieseldiaphtorite auf, in ihnen finden sich im Osten metamorphe Grünschiefer neben vorherrschenden Muskovitschiefern. Es entsteht daher die Frage, ob dieser Horizont nur aus mechanischen Umwandlungsgesteinen der Granatglimmerschiefer und der basalen Schichten der Paaler Carbondecke besteht oder ob in ihnen die dynamometamorphen Vertreter einer dritten Schichtenserie vorliegen. Versuchen wir, die Paaler Profile mit den von mir früher schon erkannten Decken der Murauer Alpen in Beziehung zu bringen, so würde natürlich zunächst daran zu denken sein, in ihr die westlichen Ausläufer der vorwiegend schiefrigen Frauenalpescholle (vgl. das im ersten Abschnitt Gesagte) zu erkennen. Diese Annahme wird nun in der Tat durch die am Goldach-Nock, an der Prankershöhe bis zur Frauenalpe auf der hohen Gebirgsschneide sichtbaren Profile bestätigt. Jene fast stets über 2000 *m*

verbleibende hohe Gebirgsscheide wird vom Kreischberg bis über den Goldach-Nock aus klastischem Carbon, festen Kieselkonglomeraten und Kieselgraphitschiefern aufgebaut, in welchen am Gipfel des hohen Goldach-Nock das meist südliche in ein nordnordwestliches Einfallen übergeht und welche hier sowie unter dem Gipfel verkieselte schwarzblaue Kalkeinlagerungen aufweisen. Am Paß zwischen dem Goldach-Nock und der Prankershöhe kommt dann unter den steil gegen NNW fallenden, stark gefältelten und dynamisch veränderten Carbongesteinen die Unterlage der Carbons in Form von festen Sericitkieselschiefern und veränderten Grünschiefern hervor. Bis hierher steht das Profil in vollkommenem Einklang mit der in der Paal beobachteten Lagerung. Es zeigt die östliche Fortsetzung der hier festgestellten Synklinale. Die festen Sericitkieselschiefer der Prankershöhe entsprechen den wiederholt besprochenen Diaphtoriten im Liegenden der Paaler Carbonscholle, nur ist ihre Metamorphose hier eine geringere. Das Kalkniveau fehlt auch hier, sofern es nicht wenigstens durch die verkieselten, gefältelten Kalkschiefer am Goldach-Nock repräsentiert ist. Die Unterlage, die kaum noch als Diaphtorite zu bezeichnenden harten, klingenden Sericitkieselschiefer mit ihren silberglänzenden, lichten, stellenweise rotverwitterten Oberfläche setzen aber von hieraus weithin das ganze Gebirge zusammen. Sie sind vor allem gegen Süden über den Hirschstein, Lichtberg bis zur Auflagerung der Fladnitzkalke des Fladnitzer Carbons an der Straße von Fladnitz nach Glödnitz zu verfolgen,[1] über sie gelangt man aber ebenfalls auf dem hohen Gebirgsrücken zur Ackerlhöhe (2044 *m*) und von hier aus bis zur Frauenalpe, wodurch die Zugehörigkeit dieser Sericitkieselschiefer zur Frauenalpescholle mit Sicherheit erkannt werden kann. An Einzelbeobachtungen seien noch angeführt, daß die Sericitkieselschiefer oberhalb des Passes von der Prankershöhe zur Schwarmbrunnhöhe mit nordöstlichem bis südwestlichem Streichen in seigere Stellung übergehen, während sie auf der letzteren Höhe wiederum 30° nordnordwestliches Einfallen

[1] Meine frühere Arbeit, p. 144.

zeigen. Beim Abstieg von der Anderlbauerhöhe (1847 *m*) gegen die Ackerlhöhe (2044 *m*) nimmt der Quarzgehalt des Gesteins auffallend zu, nur in tieferer Lage erscheinen Sericittonschiefer und stark verquarzte Grünschiefer. Die Gipfelpartie der Ackerlberghöhe besteht aus schwach westlich fallenden, gefältelten Sericitkieselschiefern, die bis zum Paß zur Frauenalpe anhalten.

Nach diesen Feststellungen kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die Paaler Carbonscholle im Osten der oberen Paal und weit nach Kärnten hinein metamorphen Schiefern der Frauenalpescholle auflagert und daß diese Schieferscholle nach Kärnten hinein, also gegen Süden und ebenso gegen Osten in die Frauenalpe hinein eine große Mächtigkeit besitzt. Die Diaphtorite, welche in der unteren Paal das klastische Carbon, teils aber die tieferen Kalke (wie auf der Fladnitz) unterteufen, sind demnach als die westliche Auswalzung der Frauenalpescholle anzusprechen.

In diesem Zusammenhang nehmen aber die unter dem Paaler klastischen Carbon auftretenden Kalke ein weiteres Interesse in Anspruch. Wir sehen in den Bergen von St. Lambrecht bis zum Metnitztal als Hangendes der Frauenalpescholle die Grebenzenkalke auftreten, welche von ihnen durch Mylonitphyllite getrennt[1] als Grebenzescholle aufgeschoben erscheinen. Die Grebenzekalke und die Paalkalke befinden sich also in gleicher tektonischer Position und liegt somit die Vermutung der Identität beider sehr nahe. Das Alter der Grebenzenkalke hatte ich auf Grund von Fossilfunden als ziemlich sicher devonisch bestimmen können, die unteren Kalkschiefer dürften mitteldevonisch sein, so daß die Hauptmasse des Kalkes dem Oberdevon angehören könnte. Da die Auflagerung des klastischen Carbons auf die Paalkalke eine unvermittelte, durch keine stratigraphischen Zwischenglieder eingeleitete ist, so würde zwischen beiden recht wohl eine stratigraphische Lücke liegen können, welche in das Untercarbon zu verweisen wäre. Es stände demnach auch

---

[1] Vgl. meine frühere Abhandlung, p. 106 ff.

stratigraphisch einer Identität des Grebenze- und Paaler Kalkes kein besonderes Bedenken entgegen. Das Entscheidende, Fossilfunde im Paaler Kalke, fehlen aber bisher, und es ist mir leider trotz wiederholter Versuche nicht gelungen, irgendeinen Fossilrest, besonders in dem hierfür als am aussichtsreichsten anzusehenden liegenden Kalkschiefer zu entdecken.

Abgesehen von der Altersfrage des Paaler Kalkes ist aber aus dem Gesamtaufbau der Gebirge von Neumarkt über die Paal bis fast zur Salzburger Grenze und von der Mur bis zum Metnitztal heute daran nicht mehr zu zweifeln, daß die Paaler Carbonscholle mit der Grebenzescholle identisch ist; in dieser Scholle sind demnach devonische und carbonische Gesteine vertreten. Über der Grebenze sind einst in regelmäßigem Schichtverband mindestens auch noch die Gesteine der carbonischen Serie vorhanden gewesen.

Zusammenfassend stellt sich der Aufbau des südlich der Niederen Tauern über Stadl, durch die Paal bis nach Kärnten hinein gelegenen Gebirges folgendermaßen dar:

Nördlich der Mur treten die ältesten Gesteine des Gebietes verfaltete Gneise und Granatglimmerschiefer auf, denen Reste der Muraukalkdecke schwächer eingefaltet sind. Ihnen hat einst die Frauenalpescholle aufgelagert, deren Reste bei Seebach noch in Bruchschollen auftreten. Südlich der Mur sind Glimmerschiefer und Muraukalke kleinverfaltet und überlagert von einem stark diaphtoritisierten, verdünnten Rest der ihnen aufgeschobenen Frauenalpescholle. Diese nimmt nach Kärnten hinein, also gegen Süden, an Mächtigkeit erheblich zu. Über sie geschoben ist die Grebenze-Carbonscholle. Der liegende Kalk dieser Scholle ist an der Überschiebungszone teilweise in einzelne Klötze zerbrochen, die in die Carbonschichten eingeklemmt worden sind. Das Carbon überlagert den Grebenze (Paal-)kalk konkordant aber transgressiv. Die Gebirgstektonik ist eine postcarbonische, und zwar, wie aus den von mir früher angegebenen Gründen und aus der starken Metamorphose der Carbongesteine hervorgeht, die alpiner Tiefendecken.

Von allen bisher festgestellten Decken erscheint die Grebenze-Carbonscholle als die mächtigste am wenigsten metamorphe und an Schichten reichste, sie nähert sich demnach in ihrer Ausbildung den bisher bekannt gewordenen alpinen Oberflächendecken mit vorwiegend mesozoischen Gesteinen.

Untersuchungen über die morphogene Klimakomponente der permischen Eiszeit Indiens

Von

Bergrat Fritz Kerner v. Marilaun
k. M. k. Akad.

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März 1917)

Das paläoklimatische Problem des bis zum Meeresspiegel kühlen Tropenklimas ist bisher nur betreffs der thermischen Existenzbedingungen küstennahen Gletschereises rechnerisch untersucht worden. Woeikof faßte das Ergebnis seiner diesbezüglichen Rechnung über Luftabkühlung durch Eisschmelze in den Satz zusammen: »Jedenfalls aber ist ersichtlich, daß auch unter dem Äquator Verhältnisse denkbar sind und wahrscheinlich existiert haben, welche Gletscher möglich machen.«[1] Die geographischen Voraussetzungen für den Eintritt der besagten Existenzbedingungen wurden aber bisher nur im allgemeinen erwogen. Man zog da außer dem ganz unerläßlichen Bestande von Gebirgen besonders einen Zutritt kalter Meeresströmungen in Betracht. Die gegen die Eignung solcher Ströme als Förderer tropischer Vergletscherungen erhobenen Einwände[2] ließen sich wohl widerlegen,[3] dagegen blieb man in betreff des Höchstmaßes der in niedrigen Breiten möglichen Abkühlungen im ungewissen.

---

1 A. Woeikof, Gletscher und Eiszeiten in ihrem Verhältnisse zum Klima. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin 1881, p. 17.

2 E. Philippi, Über die permische Eiszeit. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal., 1908, p. 359.

3 E. Koken, Indisches Perm und die permische Eiszeit. Nachträge. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal., Stuttgart 1908, p. 455.

Es fand sich so hier ein betretenswertes Feld für die von mir begonnenen Versuche vor, durch Darstellung der Lufttemperaturen auf der Erdoberfläche als Funktion der Land- und Meerverteilung zu einer Kenntnis möglicher morphogener Komponenten der Vorzeitklimate zu gelangen. Das Problem der tropischen Eiszeiten umfaßt klimatische Rätsel von verschiedener Lösungsschwierigkeit. Ein Bestand von Gletschern mit nur schmalen, tief hinabreichenden Zungen in der Serra do mar Brasiliens ist ein von nicht so vielen und so dichten Schleiern umwobenes Geheimnis wie eine Inlandeisentwicklung mit breiten, Eisberge abstoßenden Stirnen über dem Aravalligebirge und auf den Satpurabergen Indiens. Für einen Versuch, das erstere Phänomen zu erklären, kämen die Endwälle der jetzigen Gletscher auf der Südinsel von Neuseeland als Ausgangspunkte in Betracht. Doch würde es sich wegen der sehr ungleichen klimatischen Bedingungen keineswegs nur um den Nachweis einer möglichen Steigerung schon bestehender Anomalien handeln. Woeikof hat aber seine kurze, an die Angaben über diluviale Moränen in den Küstengebirgen Brasiliens geknüpfte Betrachtung über tropische Eiszeiten mit dem Satze geschlossen: »Wer sich Rechenschaft davon gibt, wie wenig die Wärme vieler Gegenden auf unserer Erde der an Ort und Stelle empfangenen Sonnenwärme entspricht, wie sehr kalte Meeresströmungen und die Eisschmelze abkühlen können und dann Wolken und Nebel die direkte Wirkung der Sonnenstrahlen mindern, der wird in der Vergletscherung Brasiliens keine physikalische Unmöglichkeit sehen . . . .«[1]

Das aus der Schrammung der Unterlage der Talchirs von Chanda, Bap und Pokaran gefolgerte zentral- und nordindische Inlandeis, bei dessen Erklärungsversuch auf morphologischer Basis Koken auch zu dem Schlusse kam, daß man »bei Einführung mehrerer superlativer Voraussetzungen weder auf Unmögliches noch Unbegreifliches stoße«[2], ist aber ein sehr schwieriges Problem.

---

[1] L. c., p. 52.
[2] L. c., p. 545.

Die folgende Untersuchung hat nicht eine Lösung dieses Problems zum Ziele. Sie bezweckt klimatologische Feststellungen, die zu den unerläßlichen Vorarbeiten für jeden ernsthaften Erklärungsversuch der permischen Eiszeit Indiens zählen. Es soll eine Beantwortung der Frage versucht werden, was für thermische Verhältnisse sich bei der für die Paläodyas vermuteten Land- und Meerverteilung für Südasien ergeben würden. Der Versuch soll unter rein klimatologischen Gesichtspunkten erfolgen, indem von den Ergebnissen der geologischen Forschung nur das paläogeographische Bild entlehnt wird, die aus der Beschaffenheit und aus den Einschlüssen der marinen und terrestrischen Sedimente gezogenen paläoklimatologischen Schlüsse aber ganz außer Betracht bleiben. Als Grundlage für die Konstruktion von morphogenen Paläoisothermen wurde die von Frech entworfene Darstellung der Kontinente und Meere am Schluß der Steinkohlenzeit[1] gewählt.

Diese Weltkarte zeigt ein landumschlossenes Nordpolarmeer mit zwei bis in mittlere Breiten reichenden Aussackungen, von denen die westliche blind endigt, die östliche aber sich in ein subtropisches Meeresbecken fortsetzt, das westwärts mit einem großen W—O streichenden Mittelmeere in Verbindung steht und ostwärts sich in das pazifische Weltmeer öffnet. Der erste Eindruck, den man bei Betrachtung dieser Anordnung der Meere gewinnt, ist der, daß da nur sehr wenig hocherwärmtes Ozeanwasser zur Heizung der hohen Breiten dienstbar wäre.

Die nordpazifische Passattrift würde da zum großen Teil dem Lauf des jetzigen Kuro Siwo folgen und nur zum kleinen Teile — um den der Südspitze des ostarktischen Kontinents gegenüberliegenden Vorsprung des Gondwanalandes herumbiegend — in das tibetanische Meeresbecken dringen. Hier würde das Triftwasser längs der Nordküste des besagten Vorsprunges nach West weiterfließen und noch über die Nordspitze des Gondwanalandes vorstoßend, in das große

[1] F. Frech, Studien über das Klima der geologischen Vergangenheit. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1902, Taf. VIII.

Mittelmeer eintreten, dort im Hochsommer vielleicht noch unter dem Einflusse nordöstlicher Luftströmungen stehen, im Winter aber, und wohl auch in den Übergangsjahreszeiten, bald von Westwinden erfaßt und zur Umkehr gedrängt werden. Hierbei könnte es, auf die Südwestküste des ostarktischen Kontinents treffend, sich spalten, mit einem starken Aste eine südliche Richtung nehmen und nach Umfließung der Südspitze dieses Kontinents sich mit dem Kuro Siwo vereinen, aber nur mit einem schwachen Zweige gegen NW ablenken. Im kleinen Nordpolarmeere würde bei dieser Sachlage eine grimmige Winterkälte und eine sehr niedrige Sommertemperatur herrschen. Auch die westsubarktische Bucht könnte bei ihrer starken Landumringung in der kalten Jahreszeit teilweise zufrieren und dadurch auch die Entwicklung höherer Sommerwärme über sich hindern. Das breitere ostsubarktische Meer bliebe aber wohl auch im Winter ganz offen, wenn auch die über ihm auftauchenden Luftwirbel wegen des viel geringeren Temperaturunterschiedes gegen das benachbarte Land weniger tief wären als die jetzigen nordatlantischen Zyklonen.

Die Frage, wie es sich auf diesem Meere mit der Sommertemperatur verhielte, ist für jeden Erklärungsversuch einer Eiszeit in weiter südwärts liegenden Gebieten von größter Wichtigkeit und soll darum im folgenden durch Rechnung beantwortet werden. Da es sich hierbei größtenteils um Extrapolationen handelt, die naturgemäß unsicher sind, sollen die zu stellenden thermogeographischen Rechnungsaufgaben nach verschiedenen Methoden und auf verschiedener Grundlage gelöst werden. Die Differenzen zwischen ganz unabhängig voneinander gewonnenen Zahlenwerten sind bessere Verläßlichkeitsmesser als die mittleren Fehlerquadrate und wahrscheinlichen Fehler, da diese als rein arithmetische Prüfsteine bei der Beurteilung der klimatologisch bedingten Statthaftigkeit weitgehender Extrapolationen versagen.

Es sei nochmals betont, daß es sich im folgenden um einen rein klimatologischen Rechenversuch handelt, bei welchem die auf geologischem Wege erschlossenen Paläotemperaturen ganz außer Betracht bleiben. Es liegt darum

kein Anlaß vor, die von H. v. Staff gemachte Bemerkung, daß es allerdings keineswegs sicher sei, ob die arktischen und subarktischen Fusulinen zur Zeit der indischen Vergletscherung gelebt hätten,[1] als eine erwünschte Rechtfertigung für diesen Versuch in Anspruch nehmen zu müssen. Nach Angabe des genannten, fern von der Heimat allzu früh der Wissenschaft entrissenen Forschers weisen Fusulinen (es kämen hier jene von der Norddwina und Tscheskajabucht, dem Timangebirge und Ural in Betracht) auf Temperaturverhältnisse hin, die mindestens den heutigen im Mediterrangebiete entsprechen.

Klimatologischer Teil.

Geographische Analyse der Sommertemperaturen am 60., 45. und 35. Parallel.

Julitemperatur am 60. Parallel.

Um zunächst die Sommerwärme zu bestimmen, welche über der Mitte des auf Frech's Weltkarte der Altdyas eingezeichneten russischen Meeres herrschen würde, sind für die subarktische Zone thermogeographische Formeln aufzustellen. Diese können entweder die Julitemperatur auf dem 60. Parallel oder die Breitenlage der 10° Juliisotherme betreffen. Es kommen hier besonders die Verhältnisse in den beiden Lücken des subarktischen Festlandsringes in Betracht.

Die Juliwärme auf einem Punkte an der Nordküste des Pazifik läßt sich durch eine Gleichung von der Form $t = A + Bf + Cd$ darstellen, in welcher f die prozentuale Landbedeckung eines vom Meridian dieses Punktes halbierten, zwischen dem 60. und 70. Parallel gelegenen Gradfeldes von bestimmter Längserstreckung ist und d den Abstand des genannten Punktes vom Meridian von Kamtschatka angibt. Durch die erste Variable wird der temperaturerhöhende Einfluß des Festlandes nordwärts vom 60. Parallel, durch die zweite die gegen Ost zunehmende Wärmewirkung der nord-

[1] H. v. Staff, Zur Entwicklung der Fusuliniden. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal., 1908, p. 699.

pazifischen Trift ausgedrückt. Das konstante Formelglied bedeutet alsdann jene Juliwärme, welche auf einem Punkte herrschen würde, der in der Mitte der Südseite eines wasserbedeckten Gradfeldes von der Größe und Position des vorgenannten läge.

Zur Gewinnung eines passenden Wertes für die Längserstreckung des besagten Feldes wurde die prozentische Landbedeckung der zwischen je zwei fünften Meridianen liegenden Teilstücke des subarktischen Festlandsringes (60 bis 70°) von 130 W v. G. bis 130 E v. G. ermittelt und hieraus die Bedeckung der von jedem fünften Meridian halbierten Felder von 10, 20, 30 und 40° Längenausdehnung bestimmt. Ein Vergleich der so erhaltenen Kurven der parastatischen Landentwicklung mit dem Gange der Temperatur ergab, daß sich letzterer am besten dem arithmetischen Mittel der 20 und 30° Felderkurve anschmiegt. Für die Wärmewirkung der Kuro Siwo-Trift ließ sich ein Wachstum in arithmetischer Progression annehmen. Die Größe d wurde in 5° Längen ausgedrückt und von $\lambda = 160$ E v. G. ab gezählt. Die so erhaltene Gleichung war:

$$t = 1·47 + 0·27\, d + 11·04 \left[\frac{1}{2}(f_{20} + f_{30})\right].$$

Für t ergeben sich hieraus nachstehende Werte, denen die beobachteten Temperaturen t' und die zugehörigen Werte der parastatischen Landbedeckung beigefügt seien.

λ	t	t'	$t-t'$	$\frac{1}{2}(f_{20}+f_{30})$
145 W	14·8	14·7	+ 0·1	0·966
150	14·5	14·8	— 0·3	0·951
155	13·2	13·6	— 0·4	0·845
160	11·0	11·3	— 0·3	0·671
165	9·0	9·6	— 0·6	0·511
170	7·3	7·8	— 0·5	0·383
175	6·8	6·5	+ 0·3	0·362
180	7·8	7·2	+ 0·6	0·480
175 E	9·4	9·1	+ 0·3	0·642
170	10·7	10·4	+ 0·3	0·788
165	11·6	11·4	+ 0·2	0·892
160	11·9	12·0	— 0·1	0·940
155	12·0	12·0	0·0	0·958

Die Wiedergabe der Beobachtungen durch die Formel ist eine gute. Die mittlere Abweichung beträgt nur ± 0·3, die größte nur ± 0·6. Es kann somit auch der für das konstante Glied erhaltene Wert als ein der Wahrheit nahekommender betrachtet werden.

Für den asiatischen Ast des durch die Beringsstraße bedingten Wellentales der meridionalen Wärmekurve am 60. Parallel kann man, da dort die Wärmewirkung der Kuro Siwo-Trift noch eine geringe ist, auch eine geographische Relation ableiten, in welcher diese Wirkung unberücksichtigt bleibt. Sie kommt dann aber naturgemäß in einer Selbsterhöhung des konstanten Formelgliedes zum Ausdrucke. Eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ergibt sich da, wenn man für die parastatische Landbedeckung den Ausdruck $\frac{1}{4}(f_{10}+3f_{30})$ einsetzt.[1] Man bekommt sodann die Gleichung:

$$t = 2 \cdot 56 + 10 \cdot 03 f$$

und nachstehende Zahlenwerte:

λ	t	t'	$t-t'$	$\frac{1}{4}(f_{10}+3f_{30})$
160 E	11·9	12·0	— 0·1	0·933
165	11·4	11·4	0·0	0·886
170	10·4	10·4	0·0	0·786
175	9·1	9·1	0·0	0·652
180	7·3	7·2	+ 0·1	0·469
175 W	6·4	6·5	— 0·1	0·386

Zieht man vom konstanten Gliede den für die in Betracht gezogenen Meridiane geltenden Durchschnittswert des ersten variablen Gliedes der vorigen Gleichung ab, um ersteres mit dem Anfangsgliede dieser letzteren vergleichbar zu machen, so erhält man den Wert 1·88.

[1] Bei Benutzung der Werte von $\frac{1}{2}(f_{20}+f_{30})$ wird das konstante Glied 2·83 und der konstante Faktor des variablen Gliedes 9·65 und t erhält die Werte: 11·9, 11·4, 10·4, 9·0, 7·5 und 6·3.

Zur Darstellung der Depression der Sommerwärme auf dem 60. Parallel im Hudson- und Labradorgebiete eignet sich eine Gleichung von der Form $t = A + Bf + Cf'$, in welcher f die Landbedeckung eines zwischen $\varphi = 60$ und $\varphi = 75$ nordwärts vom betrachteten Punkte liegenden Gradfeldes von bestimmter Längserstreckung und f' die Landbedeckung eines zwischen 60 und 50° südlich vom genannten Punkte gelegenen, ebenso langen Gradfeldes bedeutet. Diese Breitenabsteckung entspricht der Annahme einer fast gleichen Größe der nord- und südwärts gelegenen parastatischen Felder, da sich die Flächeninhalte der Zonen von 75 bis 60° und von 60 bis 50° wie 1·00152 : 1 verhalten. Als passende Längsausdehnung dieser Felder ergab sich 40° (gegenüber 25° im vorigen Falle). Es erscheint verständlich, daß eine sich über ein viel größeres Gebiet erstreckende Wärmedepression, wie sie die (sommerliche) nordatlantische gegenüber der nordpazifischen darstellt, auch in ihren Teilstücken eine räumlich ausgedehntere geographische Bedingtheit zeigt. Die südlichen Felder ließen sich so setzen, daß sie vom Meridian des betrachteten Punktes halbiert wurden; die nördlichen waren wegen der südsüdöstlichen Richtung des Labradorstromes um 15° gegen W zu verschieben. Der gefundene Ausdruck lautet:

$$t = 1{\cdot}40 + 10{\cdot}00\,f + 5{\cdot}27\,f'.$$

Die beobachteten Temperaturen t' und die Werte von f und f', welche zur Ableitung der Formel benutzt wurden, und die berechneten Wärmegrade t sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

λ	t	t'	$t-t'$	f_{40}	f'_{40}
110 W	14·3	16·3	— 2·0	0·772	0·964
105	13·9	15·0	— 1·1	0·768	0·916
100	13·6	13·5	+ 0·1	0·774	0·840
95	13·3	12·6	+ 0·7	0·757	0·812
90	12·7	11·8	+ 0·9	0·703	0·811
85	12·1	11·2	+ 0·9	0·644	0·805
80	11·4	10·7	+ 0·7	0·586	0·780
75	10·6	10·0	+ 0·6	0·554	0·704
70	9·5	9·2	+ 0·3	0·498	0·604
65	8·4	8·4	0·0	0·420	0·527
60	7·2	7·6	— 0·4	0·327	0·478
55	6·5	7·4	— 0·9	0·310	0·381

Hier ist die Wiedergabe der beobachteten Werte eine viel weniger gute als im vorigen Falle, da die mittlere Abweichung $\pm 0 \cdot 7$, die größte $-2 \cdot 0$ beträgt. Es steht dies damit im Zusammenhange, daß die Juliisothermen über die Hudsonsbai in flachen Bögen hinwegziehen, während weiter südwärts die kanadischen Seen wieder eine südliche Ausbuchtung der genannten Linien bedingen. Durch die rechnerische Ausgleichung wird da die Wärmewirkung der prozentischen Landbedeckung so erhöht, daß sich für das kontinentale Gebiet im Westen der Hudsonsbai und für das Meer im Osten von Labrador zu tiefe, für die Bai selbst aber zu hohe Werte ergeben. Ein Anlaß, dem für das konstante Formelglied erhaltenen Werte ein geringeres Vertrauen zu schenken als dem bei der Analyse der Julitemperaturen über dem Beringsmeer gewonnenen, mit welchem er fast genau übereinstimmt, liegt deswegen aber nicht vor.

Auch für die Wärmedepression im Labradorgebiete läßt sich ein geographischer Ausdruck finden, in welchem nur die Landbedeckung nordwärts vom 60. Parallel als Variable auftritt, das konstante Glied aber dann einen viel höheren Wert aufweist. Man erhält da bei der Wahl von über 30 Längengrade sich erstreckenden und in gleicher Weise wie vorhin gegen W verschobenen parastatischen Feldern den Ausdruck:

$$t = 4 \cdot 57 + 9 \cdot 97 f,$$

zu welchem folgende Werte von t' und f als Rechnungsgrundlagen und folgende Werte von t als Auflösungen gehören:

λ	t	t'	$t-t'$	f_{30}
95 W	12·4	12·6	— 0·2	0·787
90	12·0	11·8	+ 0·2	0·745
85	11·2	11·2	0·0	0·662
80	10·4	10·7	— 0·3	0·586
75	9·7	10·0	— 0·3	0·513
70	9·5	9·2	+ 0·3	0·491
65	8·2	8·3	— 0·1	0·364
60	7·9	7·6	+ 0·3	0·335
55	7·4	7·4	0·0	0·287
50	7·5	7·7	— 0·2	0·298
45	8·5	8·5	0·0	0·397
40	9·1	9·0	+ 0·1	0·451

Die Beobachtungen werden hier durch die Formel recht gut wiedergegeben. Die mittlere Abweichung ist $< 0 \cdot 2$, die größte nur 0·3. Die weit bessere Anschmiegung der berechneten an die gemessenen Werte hängt aus dem früher genannten Grunde wohl mit dem Wegfalle des zweiten variablen Gliedes der vorigen Gleichung zusammen. Der Wert von A zeigt sich gegenüber dem für das Beringsmeer gefundenen um 3·1 erhöht. Diese Zunahme steht damit in Beziehung, daß die Sommertemperatur zwischen dem 60. und 50. Parallel in Nordamerika höher ist als in der Westhälfte des pazifischen Ozeans. Als mittlere Juliwärme auf dem 55. Parallel ergibt sich für das Bogenstück von 140 E v. G. bis 140 W v. G. 11·7, für den Bogen von 120 W bis 40 W dagegen 14·5. Die entsprechenden Mittelwerte für die Zone von 60 bis 50° sind 12·1 und 14·7.

Die dritte südliche Vorwölbung der Sommerisothermen am Rande des Polargebietes erheischt, da sie nicht an eine Lücke im subarktischen Festlandsringe und nur an eine Ausbuchtung des Eismeeres geknüpft ist, eine andere Verwertungsweise für den hier erstrebten Zweck. Da die besagte Wölbung am 60. Parallel schon völlig abgeflacht erscheint, kann hier nur die Aufstellung einer geographischen Relation für die Breitenlage der 10° Juliisotherme in Betracht kommen. Diese Lage auf einem Meridian Westeurasiens läßt sich durch einen Ausdruck von der Form $\varphi = A + Bf + Cd$ darstellen, in welchem f die prozentuale Landbedeckung eines von diesem Meridian halbierten, zwischen 60 und 75° gelegenen Gradfeldes von bestimmter Längserstreckung ist und d den westlichen Abstand des Meridians von 60° E v. G. angibt. Durch die erstere Variable wird der die Isothermenlage hebende, beziehungsweise erwärmende Einfluß des Festlandes nordwärts vom 60. Parallel, durch die letztere die analoge Wirkung der Golftrift ausgedrückt. Das konstante Formelglied entspricht dann jener Breitenlage, welche die 10° Juliisotherme im Halbierungsmeridian eines wasserbedeckten Gradfeldes von der Größe und Position des vorgenannten hätte.

Eine befriedigende Wiedergabe der gemessenen Werte vermittelt hier bis zum 60. östlichen Längengrade die Gleichung:

$$75-\varphi = 20\cdot 82-17\cdot 42 f_{10}-0\cdot 60\, d,$$

in welcher $d = \frac{1}{5}(60-\lambda)$, und von 60 E ostwärts dieselbe Gleichung nach Hinweglassung ihres zweiten variablen Gliedes. Die zu den einzelnen Meridianen gehörigen Werte der berechneten $(75-\varphi)$ und gemessenen $(75-\varphi')$ Abstände der Isothermenlage von der Nordgrenze der parastatischen Gradfelder und die relativen Landbedeckungen dieser Felder sind:

λ	$75-\varphi$	$75-\varphi'$	$\varphi'-\varphi$	f_{10}
100 E	3·4	2·7	+ 0·7	1·000
95	3·4	3·0	+ 0·4	1·000
90	3·5	3·8	— 0·3	0·997
85	4·7	5·0	— 0·3	0·923
80	6·5	6·5	0·0	0·822
75	7·1	7·7	— 0·6	0·786
70	7·3	8·0	— 0·7	0·778
65	7·7	8·0	— 0·3	0·752
60	8·2	7·7	+ 0·5	0·727
55	7·6	7·7	— 0·1	0·725
50	7·9	7·9	0·0	0·672
45	8·6	8·3	+ 0·3	0·595
40	8·2	8·6	— 0·4	0·587
35	6·3	6·3	0·0	0·660
30	4·4	4·7	— 0·3	0·735
25	4·6	4·1	+ 0·5	0·690
20	5·4	4·5	+ 0·9	0·607
15	5·5	5·9	— 0·4	0·568

Die mittlere Differenz $\varphi'-\varphi$ bleibt hier $< 0\cdot 4$, die größte $< 1\cdot 0$, eine gewiß befriedigende Anschmiegung der berechneten Werte an die gemessenen. Die Formel erscheint aber für den mit ihrer Ableitung erstrebten Zweck insofern weniger geeignet, als ihr Anfangsglied die Depression der 10° Juliisotherme im Süden einer nur zehn Meridiangrade breiten, bis zum 60. Parallel reichenden Ausbuchtung des Eismeeres

angibt, obiger Zweck aber die Kenntnis der Isothermendepression unterhalb eines viel breiteren subarktischen Meeres erheischt.

Man findet, daß das durch das Weiße Meer bedingte Wellental und der durch das nördliche Skandinavien bedingte Wellenberg der Kurve der Landbedeckung der zehn Längengrade messenden Felder (von 60 bis 75°) in der Kurve der dreimal so langen Felder bereits verstreichen und daß die Kurve der 40° langen Felder schon einen kontinuierlichen Abfall gegen den Atlantik zeigt. Sucht man die zwischen dieser Kurve und dem Verlaufe der 10° Juliisotherme bestehende Relation für das Bogenstück von der Tajmirhalbinsel bis zum Weißen Meer, so findet man den Ausdruck:

$$75-\varphi = 21{\cdot}15-18{\cdot}31 f_{40},$$

zu welchem für die einzelnen Meridiane folgende Werte gehören:

λ	$75-\varphi$	$75-\varphi'$	$\varphi-\varphi'$	f_{40}
105 E	3·2	2·4	+ 0·8	0·978
100	3·4	2·7	+ 0·7	0·968
95	3·7	3·0	+ 0·7	0·950
90	4·2	3·8	+ 0·4	0·925
85	4·7	5·0	— 0·3	0·899
80	5·3	6·5	— 1·2	0·865
75	5·9	7·7	— 1·8	0·831
70	6·6	8·0	— 1·4	0·796
65	7·4	8·0	— 0·6	0·750
60	8·1	7·7	+ 0·4	0·714
55	8·5	7·7	+ 0·8	0·691
50	8·6	7·9	+ 0·7	0·683
45	8·7	8·3	+ 0·4	0·680
40	8·9	8·6	+ 0·3	0·668

Hier ist die durchschnittliche Wiedergabe der gemessenen Einzelwerte allerdings nicht befriedigend. Die mittlere und größte Abweichung sind doppelt so groß wie im vorigen Falle (0·75 und 1·9 gegen 0·37 und 0·8). An den bei weitgehender Ausgleichung resultierenden Verlauf der 10° Isotherme schließt

sich die 40° Felderkurve aber gut an. Man darf darum auch den diesmal gefundenen, dem vorigen sehr nahe kommenden Wert von A als einen realen betrachten. Er besagt, daß südwärts von einem in breiter Front aus dem Norden bis zum 60. Parallelkreise reichenden Meere die 10° Juliisotherme bis auf $\varphi = 75 - 21 = 54°$ herabstiege. Die Sommerwärme, welche dann am Südufer dieses Meeres herrschen würde, ist nach dem Temperaturgefälle im nördlichsten Rußland zu beurteilen. Man findet, daß dort der Nordrand des kontinentalen Gebietes hoher Erwärmung mit der 16° Isotherme zusammenfällt und daß die 8° Isotherme noch die Küstenvorsprünge schneidet, so daß sich 7·5° als Luftwärme vor der Küste ergibt. Auch als mittlere Temperaturdifferenz zwischen dem 65. und 70. Parallel erhält man für das Bogenstück vom 40. bis zum 55. Meridian 8·6. Die Juliwärme am Südufer des besagten Meeres wäre sonach auf $10 - (16 - 7 \cdot 5) = 1 \cdot 5°$ oder auf $10 - 8 \cdot 6 = 1 \cdot 4°$ zu veranschlagen.

Man kommt so auf verschiedenen, voneinander unabhängigen Wegen zum Ergebnisse, daß die Juliwärme über einem von warmen Strömungen unbeeinflußten subarktischen Meere, das mit einem im übrigen landumringten Eismeere in offener Verbindung stände, am 60. Parallel zwischen 1° und 2° läge. Dieser Wert würde wenig jenen übersteigen, welcher jetzt für den Nordpol anzusetzen ist. Es erscheint dies leicht verständlich, da ja die jetzige Sommerwärme in der inneren Arktis eine durch thermische Fernwirkung der Golftrift noch etwas erhöhte ist. Man erkennt dies daran, daß sich die gegen Süd gerichtete Konvexität der Sommerisothermen zwischen Grönland und Norwegen in der Barentssee in eine gegen Nord gerichtete umkehrt.

Sehr bemerkenswert erscheint es, daß die auf verschiedene Weisen errechnete Temperatur mit jener übereinstimmt, welche jetzt in gleichem Polabstande auf der Südhalbkugel herrscht. Nach Hopfner ist die mittlere Jännertemperatur in $\varphi = 60$ S 1·7°. Es würde demnach für die Sommerwärme über einem subarktischen Meere das Ergebnis des Zusammenwirkens einer Erkaltung infolge des Abschlusses von warmen

Strömungen und einer Erwärmung infolge benachbarter großer Landentwicklung dasselbe sein, welches uns jetzt als die vereinigte Wirkung einer Abkühlung infolge allgemeiner Meeresbedeckung in der Subantarktis und einer Wärmezufuhr infolge offener Verbindung mit den südsubtropischen Meeren entgegentritt.

Julitemperatur am 45. Parallel.

Als zweites paläothermales Rechnungsziel wurde die Hochsommerwärme auf dem 45. Parallel, am Übergange des russischen in das tibetanische Meer der Paläodyas gewählt und die Erreichung dieses Zieles gleichfalls auf verschiedenen Wegen angestrebt. Es ließ sich zunächst für den Verlauf der 10° Juliisotherme im Bereich der Beringssee ein analytischer Ausdruck finden, in welchem jene Größe als Funktion der Landbedeckung zwischen dem 60. und 70. Parallel erscheint. Von der auf neueren Karten eingezeichneten scharfen Aussackung jener Isotherme gegen das Ochotskische Meer zu konnte hierbei abgesehen werden und die Messung der Abstände vom 45. Parallel auf Grund des älteren Kartenbildes erfolgen. Eine recht befriedigende Darstellung wurde durch die Formel

$$\varphi - 45 = -5 \cdot 94 + 31 \cdot 56 f_{30}$$

erzielt, in welche die Landbedeckung eines 30 Längengrade messenden, vom Meridian des betrachteten Punktes halbierten parastatischen Feldes als Variable eintritt. Die gemessenen ($\varphi' - 45$) und berechneten ($\varphi - 45$) Breitenlagen, ihre Unterschiede und die zugehörigen Werte von f enthält die folgende Tabelle.

λ	φ—45	φ'—45	φ—φ'	f_{30}
145 E	25·2	25·3	— 0·1	0·987
150	24·7	25·0	— 0·3	0·971
155	24·3	24·2	+ 0·1	0·960
160	23·7	23·2	+ 0·5	0·940
165	21·6	21·7	— 0·1	0·874
170	17·6	18·4	— 0·8	0·745
175	13·7	13·0	+ 0·7	0·622
180	9·4	9·4	0·0	0·487
175 W	8·2	8·6	— 0·4	0·447
170	8·8	8·5	+ 0·3	0·467

Der mittlere Fehler ist hier $\pm 0 \cdot 33$, der größte $-0 \cdot 8$. Das konstante Formelglied, dessen Wert bei dieser befriedigenden Wiedergabe der Beobachtungen Vertrauen erwecken kann, besagt, daß unterhalb einer 30 Meridiangrade breiten Lücke im subarktischen Festlandsringe die 10° Juliisotherme bis zum 39. Parallel herabstiege, falls in den mittleren Breiten warme Strömungen nur in jenem Maße zur Geltung kämen, in welchem jetzt die Ausläufer der Kuro-Siwo-Trift die Sommerwärme über der Beringssee beeinflussen. Dieser Fall wäre wohl für das asiatische Meer der Paläodyas gegeben, so daß zur Bestimmung der Sommerwärme in dessen mittlerer Breitenlage das besagte Formelglied ohne Korrektion verwendbar ist. Dagegen wäre es nicht statthaft, bei auf 30 Meridiangrade verbreiterter Öffnung des Eismeeres gegen den Nordpazifik in letzterem ein Hinabreichen der 10° Juliisotherme bis zum 39. Parallel anzunehmen, da die Kuro-Siwo-Trift einem so weiten Kältevorstoß Halt geböte. Setzt man für das gedachte russische Meer eine gleichmäßige Wärmezunahme gegen Süden voraus, so ergibt sich für die Südgrenze desselben am 45. Parallel eine Julitemperatur von $10 - \frac{6}{21}(10 - 1 \cdot 5) = 7 \cdot 6°$. Ein gleicher Wert kommt zustande, wenn man im Hinblick auf eine größere Erwärmungsmöglichkeit des turkestanischen Meeres die 10° Isotherme ein wenig gegen N hinaufrückt, gleichzeitig aber ein schwaches Wachstum des Temperaturanstieges gegen S im russischen Meere annimmt.

Interpoliert man in der Beringsregion für jeden fünften Meridian die Breitenlage der Julitemperatur von $7 \cdot 5°$, so erhält man mittels der Gleichung

$$\varphi - 45 = 1 \cdot 40 + 25 \cdot 03 f_{30}$$

— bei allerdings nur halb so befriedigender Anschmiegung an die gemessenen Werte (mittlerer Fehler $\pm 0 \cdot 63$, größter $-1 \cdot 8$) wie im vorigen Falle — als Julitemperatur am 45. Parallel $8 \cdot 0°$.

Für die geographische Analyse des Westastes des großen Bogens der 10° Juliisotherme im nordatlantischen Gebiete standen von der früheren (die Juliwärme am 60. Parallel betreffenden) Untersuchung her die Landbedeckungswerte für

Felder von 40° Länge in den (fast flächengleichen) Zonen von 75 bis 60° und 60 bis 50° zur Verfügung. Bei Einführung dieser Werte (f und f') als zwei Variable und bei Verschiebung der f um 15° gegen W wie früher lieferte die Rechnung den Ausdruck:

$$\varphi - 45 = 4 \cdot 40 + 12 \cdot 22 f + 5 \cdot 56 f'.$$

Bei Zusammenfassung von f und f' in eine Variable ergab sich die Relation:

$$\varphi - 45 = 4 \cdot 02 + 17 \cdot 72 \left[\frac{1}{2} (f + f') \right].$$

Die gemessenen ($\varphi' - 45$) und die nach beiden Formeln berechneten ($\varphi - 45$) Breitenlagen und ihre Differenzen sind:

λ	$\varphi' - 45$	Erste Formel		Zweite Formel	
		$\varphi - 45$	$\varphi - \varphi'$	$\varphi - 45$	$\varphi - \varphi'$
110 W	19·2	19·2	0·0	19·4	+ 0·2
105	18·9	18·9	0·0	18·9	0·0
100	18·6	18·5	— 0·1	18·3	— 0·3
95	18·1	18·2	+ 0·1	17·9	— 0·2
90	17·7	17·5	— 0·2	17·4	— 0·3
85	17·0	16·8	— 0·2	16·9	— 0·1
80	16·0	15·9	— 0·1	16·1	+ 0·1
75	14·8	15·1	+ 0·3	15·1	+ 0·3
70	13·3	13·9	+ 0·6	13·8	+ 0·5
65	12·2	12·4	+ 0·2	12·4	+ 0·2
60	11·3	11·1	— 0·2	11·1	— 0·2
55	10·6	10·3	— 0·3	10·1	— 0·5

Beide Formeln geben die Beobachtungen sehr befriedigend wieder. Die mittleren Fehler sind nur $\pm 0 \cdot 19$ und $\pm 0 \cdot 24$, die größten $+0 \cdot 6$ und $+0 \cdot 5$. Für die Lage der 10° Juli-isotherme bei völliger Überflutung der Gradfelderfläche, von deren Bedeckungsart jene Lage unmittelbar abhängig erscheint, ergeben sie eine um rund 10° nördlichere Breite als die vorhin abgeleitete Formel. Es erklärt sich dies daraus, daß die eurymorphogenen thermischen Einflüsse im Hudson- und Labradorgebiete stärkere sind als in der Beringsregion. Südwärts vom

nördlichsten Amerika liegt das sich im Sommer hoch erwärmende Unionsgebiet und der Labradorstrom trifft auf den Golfstrom, wo dieser, die Küstennähe verlassend, noch sehr kräftig ist. Vom Beringsmeere liegt dagegen das asiatische Kontinentalgebiet der mittleren Breiten (50 bis 40°) weit abseits und die Kuro-Siwo-Trift ist südwärts jenes Meeres schon von verminderter Stärke. Die arktische Trift der Beringsstraße ist viel schwächer als der Labradorstrom und der Ostgrönlandstrom, gleichwohl dringt die 10° Juliisotherme der Luft in das pazifische Becken weiter vor als in das atlantische, wobei sie aber dort nur eine schmale Aussackung bildet, hier einen auch auf flächentreuen Karten noch ziemlich flachen Bogen formt.

Setzt man den eurymorphogenen Temperaturvorsprung im nordatlantischen Gebiete konform dem früher (bei Ableitung der Formeln für die Juliwärme am 60. Parallel) für ihn gefundenen Werte zu 3·1°, so ergibt sich für das hier betrachtete Meer als Juliwärme am 49. Parallel 6·9° und am 45. Breitengrade, einen gleichmäßigen Temperaturanstieg vorausgesetzt, $t = 1{\cdot}4 + \frac{15}{11}(6{\cdot}9 - 1{\cdot}4) = 8{\cdot}9°$.

Die südliche Ausbiegung der Sommerisothermen an der russischen Eismeerküste läßt sich zu einer Schätzung der Juliwärme am Südende eines gegen die Arktis offenen subarktischen Meeres nicht mit Erfolg verwenden, da hierbei eine zu weitgehende Extrapolation stattfinden müßte.

Dagegen bietet auf dem amerikanischen Kontinent die südwärts von der Hudsonsbai im Bereiche der kanadischen Seen vorhandene Depression der Juliwärme am 45. Parallel die Möglichkeit, eine Bestimmung des hier gesuchten Temperaturwertes ohne Extrapolation in meridionaler Richtung vorzunehmen. Allerdings wird hierbei, wie weiter im Norden, auch mit einem eurymorphogenen thermischen Einflusse zu rechnen sein. Daß in die östlichsten der hier in Betracht zu ziehenden Gradfelder noch randliche Teile des Atlantischen Ozeans fallen, stört nur wenig, da ja das Meer um Neuschottland herum noch nordwärts von der warmen Golfströmung liegt.

Versucht man es zunächst mit einer einfachen Relation, so ergibt sich, sofern man sich auf die parastatische Landbedeckung zwischen dem 60. und 40. Breitenkreise stützt, für die aus Berg und Tal bestehende Wärmewelle zwischen $\lambda = 65$ und 95° W v. G. bei $f = \frac{1}{2}(f_{10} + f_{20})$ als Wert von t der Ausdruck:

$$8 \cdot 55 + 15 \cdot 81 f,$$

bei $f = \frac{1}{3}(f_{10} + 2 f_{20})$ findet man:

$$t = 7 \cdot 73 + 16 \cdot 94 f.$$

Führt man f_{10} und f_{20} getrennt als zwei Variable ein, so bekommt man die Gleichung:

$$t = 7 \cdot 92 + 6 \cdot 66 f_{10} + 10 \cdot 01 f_{20},$$

welche genau dem Gewichtsverhältnis $2 f_{10} : 3 f_{20}$ entspricht. Die zur zweiten und dritten dieser Formeln gehörigen Einzelwerte sind:

λ	t	t'	$t-t'$	$\frac{1}{3}(f_{10} + 2 f_{20})$
65	17·5	18·0	— 0·5	0·579
70	20·7	20·2	+ 0·5	0·764
75	21·6	21·2	+ 0·4	0·819
80	20·6	20·1	+ 0·5	0·762
85	19·9	19·3	+ 0·6	0·720
90	21·0	22·1	— 1·1	0·781
95	22·8	23·3	— 0·5	0·892

λ	t	t'	$t-t'$	f_{10}	f_{20}
65	17·6	18·0	— 0·4	0·574	0·581
70	20·7	20·2	+ 0·5	0·816	0·738
75	21·7	21·2	+ 0·5	0·903	0·777
80	20·5	20·1	+ 0·4	0·739	0·772
85	19·6	19·3	+ 0·3	0·642	0·758
90	20·9	22·1	— 1·2	0·778	0·783
95	22·8	23·3	— 0·5	0·923	0·877

Die für das konstante Formelglied erhaltenen Werte kommen den früher aus dem Verlaufe der 10° Juliisotherme abgeleiteten nahe, die nur mittelmäßige Wiedergabe der beobachteten Temperaturen (mittlere Fehler 0·59 und 0·54) läßt jedoch diese Formeln als rechnerische Zwangsausgleichung einer nur in unvollkommenem Maße bestehenden Beziehung erkennen. Strebt man eine genauere thermogeographische Analyse an, so ergibt sich für die stenomorphogene Klimakomponente ein um 4 bis 5° kleinerer Wert, da der Wellenberg der Julitemperatur am 45. Parallel in Kanada durch die Formel

$$t = 11{\cdot}06 + 11{\cdot}91 \cdot \frac{1}{2}(f_{10} + f_{20})$$

sehr gut wiedergegeben wird, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist.

λ	t	t'	$t-t'$	$\frac{1}{2}(f_{10}+f_{20})$
65	17·9	18·0	− 0·1	0·578
70	20·3	20·2	+ 0·1	0·777
75	21·1	21·2	− 0·1	0·840
80	20·1	20·1	0·0	0·756
85	19·4	19·3	+ 0·1	0·701

Man muß dann aber auch ein von der Kontinentalität abhängiges Glied einführen, das in Ansehung des Verlaufes der 20° und 24° Juliisotherme vom 85. Meridian an gegen W zu nehmen ist. Der konstante Faktor dieses Gliedes bestimmt sich, wenn der kontinentale Einfluß $d = \frac{1}{5}(\lambda - 85)$ gesetzt wird, bei Belassung der Konstantenwerte der vorigen Formel zu 0·90. Bei Neuberechnung für das ganze hier in Betracht gezogene Längenintervall von 65 bis 105° W v. G. erhält man die Formel:

$$t = 11{\cdot}56 + 0{\cdot}91\, d + 11{\cdot}34 f.$$

Die zu ihr gehörigen Einzelwerte sind:

λ	t	t'	$t-t'$	$\frac{1}{2}(f_{10}+f_{20})$
65	18·1	wie oben	+ 0·1	wie oben
70	20·4		+ 0·2	
75	21·1		— 0·1	
80	20·1		0·0	
85	19·5		+ 0·2	
90	21·3	22·1	— 0·8	0·781
95	23·6	23·3	+ 0·3	0·900
100	25·3	25·3	0·0	0·968
105	26·5	26·4	+ 0·1	0·992

Hier ist der mittlere Fehler nur ± 0·2 und auch dieser leitet sich noch fast zur Hälfte von nur einer größeren Differenz her, welche aus einer thermischen Unregelmäßigkeit erwächst, die sich jeder einfachen rechnerischen Darstellung gegenüber ungefügig zeigt.[1] Die durchgeführte Temperaturanalyse kann so als eine ganz zutreffende erachtet werden. Der eurymorphogene thermische Einfluß, welcher als eine für das betrachtete Längenintervall konstante Größe anzusehen ist, erscheint in der letzten Formel in deren erstem Gliede mitenthalten.

Für diesen Einfluß wurde früher die Zahl 3·1 gefunden. Da er als eine der Mitteltemperatur weitausgedehnter Gradfelder proportionale Größe zu denken ist und sich der sommerliche Wärmeüberschuß des nordatlantischen Gebietes zwischen 120 W und 40 W v. G. über das nordpazifische Gebiet zwischen 140 E v. G. und 140 W v. G. in der Zone von 60 bis 45° zu 3·2°, in der Zone von 60 bis 40° zu 3·6° bestimmt, kann man für die besagte Größe im vorliegenden Falle mindestens 3·5 annehmen. Als Julitemperatur am Schnittpunkte des 45. Parallels mit der Halbierungslinie eines süd-

[1] Mittels der Gleichung $11 \cdot 67 + 0 \cdot 66\, d + 10 \cdot 47 f_{10}$, in welcher d vom 75. Meridian an genommen ist, erhält man beispielsweise bis $\lambda = 80$ eine volle Übereinstimmung von t und t', dann aber die Differenzen + 0·4, — 0·3, + 0·7, — 0·2 und — 0·3.

wärts bis zum 40. Breitenkreise reichenden wasserbedeckten 20 Gradfeldes ergibt sich dann 8·0°.

Dieser Wert entspricht hier — da ihm die temperaturerniedrigende Wirkung großer Binnenseen und einer gegen Norden fast geschlossenen Bai zugrunde liegt — der Luftwärme über einer Wasserfläche, die gegen warme Strömungen aus dem Süden vollkommen abgesperrt ist, andrerseits aber auch erkaltenden Einflüssen aus dem Norden weniger unterliegt als eine gegen das Eismeer offene subarktische See. Da sich diese Minderungen der positiven und negativen thermischen Komponenten wohl ausgleichen mögen, kann der eben gefundene Wert wohl auch für die hier in Betracht gezogenen paläogeographischen Verhältnisse Geltung haben.

Man kommt so auf verschiedenen voneinander wieder unabhängigen Wegen zum Ergebnisse, daß über einem abkühlenden Einflüssen stark unterworfenen, lauen Triften aber wenig zugänglichen Meere in mittleren Nordbreiten die 8° Juliisotherme bis zum 45. Parallelkreis herabstiege. Diese Isothermenlage kommt der niedrigsten sich jetzt im Südsommer auf der Südhalbkugel zeigenden sehr nahe. Polwärts vom Kap der Guten Hoffnung steigt die 8° Isotherme des Jänner bis 45° 30′ herab; am 45. Parallel herrscht dort in diesem Monate eine Temperatur von 9·2°. Auf der nördlichen Hemisphäre ist dagegen jetzt im Juli die niedrigste Breitenlage der 8° Isotherme 57° in $\lambda = 175°$ W v. G., die tiefste Temperatur am 45. Parallel 13·8° in $\lambda = 130°$ W v. G.

Hinter der mittleren Jännertemperatur am 45. südlichen Parallel bleibt der hier gefundene Wert um 4·5° zurück. Es erscheint dies leicht begreiflich, da ja der ozeanische Gürtel der mittleren Südbreiten mit kalten und warmen Meeresräumen in gleich offener Verbindung steht. Gegenüber dem so oft und mit Recht betonten »Sichverlieren« der warmen Strömungen der südlichen Tropen im uferlosen subantarktischen Ozean darf man aber vielleicht doch auch an die Kugelgestalt der Erde erinnern, derzufolge das Arealverhältnis der zum Abflusse in höhere Breiten kommenden Triften zu jener Wassermasse, innerhalb deren sie sich verteilen, doch nicht ein gar

so ungünstiges ist. Da das Meerwasser in den mittleren Nordbreiten positiv anormal warm ist, im Nordpazifik infolge verminderter Abkühlung, im Nordatlantik wegen erhöhter Erwärmung, stellen erst die Temperaturen in den mittleren südlichen Breiten das Ergebnis zweier sich die Wagschale haltender entgegengesetzter thermischer Einflüsse dar. Träfe — wie im hier betrachteten hypothetischen Falle der Vorzeit — starke Abkühlung von Norden her mit nur schwacher Wärmezufuhr aus dem Süden zusammen, so könnten Wasser- und Luftwärme in den mittleren Breiten wohl um mehrere Grade tiefer sein als jetzt durchschnittlich auf der Südhalbkugel.

Der gefundene Temperaturanstieg vom 60. zum 45. Parallel ist noch um 1 bis 2° kleiner als die Differenz zwischen der jetzt auf der südlichen Hemisphäre im Jänner herrschenden mittleren Wärmezunahme auf jenem Meridianbogenstücke und der größten negativen Temperaturabweichung auf dem 45. Parallel. Die Frage, ob der Wärmeanstieg gleichmäßig oder mit schwacher Beschleunigung geschähe, ist von geringem Belange und wurde darum nicht näher untersucht.

Julitemperatur am 35. Parallel.

Drittes Rechnungsziel war die Hochsommerwärme am 35. Parallel über dem tibetanischen Meere des in Betracht gezogenen Erdbildes der Paläodyas. Um einen Breitengrad südlicher liegt die Nordspitze des Gondwanalandes in jenem paläogeographischen Bilde.

Ein Blick auf die Weltkarte der Juliisothermen zeigt, daß die gegen S konvexen Bögen dieser Linien über dem nordpazifischen und nordatlantischen Ozean in den mittleren Breiten ganz verflachen und daß sich dann unterhalb der Scheitel jener Bögen die Krümmungsweise der besagten Linien umkehrt, wogegen nun zu beiden Seiten der zwei nördlichen Ozeane Vorwölbungen der Isothermen gegen den Gleicher zu erscheinen. Während die durch kaltes Auftriebwasser erzeugten Isothermendepressionen längs der Ostseiten der Ozeane sich erst innerhalb der Subtropen entwickelnde negative Anomalien sind, stellen die den Ausläufern der Polarströme an den westlichen Ozeanküsten folgenden Kältezungen sehr verschmälerte

und gegen W verschobene Fortsetzungen der großen subarktischen Bögen der Juliisothermen dar. Es zeigt sich aber eine asymmetrische Gestaltung, indem die westlichen Kältezungen kleiner sind und weniger weit gegen S vordringen als die Isothermenbuchten im Osten.

Man darf annehmen, daß sich auch über dem die beiden nordhemisphärischen Landmassen der betrachteten Vorzeitkarte trennenden Meere in den mittleren Breiten eine Umkehrung der Krümmungsweise der Juliisothermen vollzöge. Dagegen würden die beiden seitlichen Aussackungen dieser Isothermen in den Subtropen wohl in bezug auf Weite und Tiefe ihre Rollen vertauschen. An der Westseite des Südvorsprunges der sibirischen Landmasse wäre kaltes Küstenwasser zu erwarten. Doch könnte die saugende Wirkung des rückläufigen Astes des im tibetanischen Meere entwickelt zu denkenden Stromkreises eine im Vergleich zu den Auftriebskräften in den Ozeanen der Jetztzeit nur sehr bescheidene sein. Allerdings wäre die Mächtigkeit der warmen Oberschicht gegenüber der in einem Weltmeere vorhandenen sehr vermindert, so daß schon eine viel schwächere Saugkraft kaltes Wasser zutage brächte.

In dem Maße, in welchem die Schwäche des im tibetanischen Meeresbecken anzunehmenden Kreislaufes auf die Entwicklung einer gegen S gekehrten Ausbuchtung der Sommerisothermen über dem östlichen Beckenrande hinderlich wäre, würde sie dem Auftreten einer negativen Temperaturanomalie im westlichen Teile des Beckens förderlich sein. Da bei dem betrachteten Weltbilde keine der Golftrift auch nur entfernt vergleichbare Meeresströmung aus den Tropen bis in die Arktis vordränge, wäre auch nicht mit einer dem Labradorstrom und Ostgrönlandstrom ähnlichen kraftvollen Rückströmung aus den hohen Breiten zu rechnen. Man hätte sich vorzustellen, daß das kalte Wasser des russischen Meeres sich in einer sehr langsamen Bewegung gegen S und SE befände und nach dem Durchtritte durch die turanische Pforte zum kleineren Teile in das Mittelmeer, größerenteils in das tibetanische Meer gelangte und beiderseits allmählich unter warme Oberflächenschichten hinabtauchen würde. Im Westen

käme es unter fast bewegungslose oder eine nur schwache Ortsveränderung gegen S erleidende hocherwärmte Wasserschichten zu liegen, im Osten würde es sich unter den aufsteigenden Bogen des im tibetanischen Becken entwickelten Kreislaufes schieben.

Eine Überflutung mit aus dem Mittelmeere ostwärts entströmendem Wasser, das gegen den tibetanischen Stromkreis hingezogen würde, fände nicht statt, da jenes Vorzeitmeer noch südwärts von der Zone der Westwinde eingezeichnet ist. Die längs der Ostküste des Gondwanalandes vordringende warme Trift würde, an der Nordspitze jenes Landes angelangt, unter dem Einflusse der Erdrotation auch bald gegen NNO ablenken und den polwärts von jener Spitze liegenden Meeresraum nur randlich überspülen. Wegen der sehr langsamen Bewegung des Wassers nordischer Herkunft in diesem Raume träte in demselben allerdings auch eine sommerliche Temperaturzunahme ein, doch könnte diese mit der Wärmesteigerung in West und Ost nicht gleichen Schritt halten.

Man kommt so zur Vorstellung, daß sich zwischen dem an seiner Oberfläche stark erwärmten Mittelmeere und dem in seiner Mitte gleichfalls zur Erreichung hoher Temperaturen fähigen tibetanischen Meere ein Keil kühlen Wassers gegen S vorschöbe, der zur Ausbildung einer mit ihrem Scheitel auf die Nordspitze des Gondwanalandes zielenden Ausbuchtung der Juliisothermen der Luft führte.

Um nun einen Zahlenwert für das thermische Sommerklima zu erhalten, welches über dem Meere vor der besagten Landspitze bestünde, kann man den vorigen ähnliche Formeln ableiten, welche aus den jetzt in den ozeanischen Regionen der Subarktis außerhalb der lauen Triften herrschenden Temperaturverhältnissen auf jene Wärmezustände schließen lassen, die sich über einem von warmen Strömungen wenig berührten Meeresteile der Subtropen vorfänden. Daneben läßt sich durch Extrapolation aus schon gefundenen Größen eine Bestimmung des gesuchten Temperaturwertes erzielen.

Im pazifischen Gebiete kann man nur auf diesem letzteren Wege aus den für die Scheitellagen der 7·5° und 10° Juliisotherme festgestellten Polabständen auf die tiefste Sommer-

wärme über dem 35. Parallel schließen. Die 12° und 14° Isotherme des Juli zeigen in Ostasien einen sehr unregelmäßigen Verlauf, der sich einer einfachen geographischen Analysis nicht fügt. Betrachtet man nur den Südast der von diesen Wärmelinien gebildeten Doppelschlinge, so zeigt sich, daß derselbe im Ochotskischen Meer bis in dieselbe Breite wie im Pazifischen Ozean vordringt. Man kann dies dahin deuten, daß die gegen Ost stattfindende Abnahme des isothermenhebenden Einflusses der Landentwicklung nordwärts vom 60. Parallel durch eine nach dieser Richtung erfolgende Zunahme der erwärmenden Wirkung des Kuro-Siwo wettgemacht wird. Bei dieser Sachlage können verschiedene Werte der konstanten Faktoren der jene thermischen Einflüsse aufzeigenden Formelglieder genügen und ergibt sich für das gesuchte konstante Glied kein eindeutig bestimmter Wert. Nur der kleine, durch die Halbinsel Kamtschatka bedingte Wellenberg im Südaste der besagten Sigmoide läßt für sich eine einfache Darstellung zu.[1]

Um die besagte Extrapolation zu vollziehen, muß man die Beschleunigung der Wärmezunahme vom 45. zum 35. Parallel unterhalb eines kühlen Meeres der Subarktis suchen. Man findet als Verhältniszahlen des Temperaturanstieges in der Nord- und Südhälfte dieses Breitenintervalls südlich vom Ochotskischen Meer 1 : 2 (genau 100 : 199 im Mittel des 150. und 155. Meridians) und im Süden des ganzen Kurilentiefs 3 : 5 (genau 100 : 165 im Mittel der Meridiane 150 bis 165).

[1] Mittels der Gleichung $\varphi-45 = 6\cdot08+0\cdot24\left[\frac{1}{4}(3f_{10}+f_{20})\right]$, in welcher sich die Landbedeckungswerte auf die Zone zwischen dem 50. und 60. Parallel beziehen, erhält man für die Breitenlage der 12° Juliisotherme folgende Werte, denen die gemessenen Werte $\varphi'-45$ zum Vergleiche beigefügt seien:

λ	150 E v. G.	155	160	165	170	175	180	175 W v. G.	170
$\varphi-45$	8·2	11·6	13·3	9·4	6·6	6·2	6·3	6·3	6·4
φ^*-45	7·0	10·5	14·2	10·0	8·1	7·1	6·0	6·0	5·5

Demnach ergeben sich, da als sommerliche Wärmeminima über dem 45. und 40. Parallel $7 \cdot 8$ und $9 \cdot 7$ gefunden wurden, für die größte Depression der Julitemperatur am 35. Parallel die Werte $9 \cdot 7 + 2(9 \cdot 7 - 7 \cdot 8) = 13 \cdot 5°$ und $9 \cdot 7 + \frac{5}{3} \times 1 \cdot 9 =$ $= 12 \cdot 9°$.

Im westatlantischen Gebiete kann man für die 14° Juliisotherme einen einfachen Ausdruck finden, in welchem ihre Breitenlage als Funktion der Landbedeckung zwischen dem 70. und 40. Parallel erscheint. Man erhält, wenn die Bedeckungen innerhalb der drei eingeschlossenen 10° Zonen mit dem dem Größenverhältnisse dieser Zonen entsprechenden Gewichte eingesetzt werden, die Formel:

$$\varphi - 45 = -3 \cdot 33 + 19 \cdot 68 f_{30},$$

zu welcher folgende Einzelwerte gehören:[1]

λ	$\varphi - 45$	$\varphi' - 45$	$\varphi - \varphi'$	f_{30}
105	15·4	15·7	— 0·3	0·952
100	14·1	14·3	— 0·2	0·883
95	12·6	13·0	— 0·4	0·811
90	11·8	11·7	+ 0·1	0·769
85	11·5	10·6	+ 0·9	0·753
80	10·4	9·8	+ 0·6	0·696
75	8·7	8·7	± 0·0	0·614
70	7·5	7·7	— 0·2	0·548
65	6·0	6·8	— 0·8	0·473
60	4·3	4·0	+ 0·3	0·389

Der mittlere Fehler ist hier $\pm 0 \cdot 38$, der größte $+0 \cdot 9$, die Annäherung an die gemessenen Werte somit ziemlich gut.

Der gefundene Ausdruck besagt, daß innerhalb der sommerlichen Wärmedepression über einem Meere von der angenommenen Größe und Lage und eurymorphogenen thermischen

[1] Ohne Rücksicht auf das Größenwachstum der 10° Zonen bekommt man die Relation $\varphi - 45 = -2 \cdot 45 + 19 \cdot 00 f_{30}$, welche die gemessenen Werte mit einem mittleren Fehler von $\pm 0 \cdot 43$ wiedergibt.

Beeinflussung der Scheitel des 14° Isothermenbogens bis zu 41° 40′ herabstiege. Setzt man den eurymorphogenen Temperaturvorsprung konform dem früher erwähnten Wärmeüberschusse des atlantischen subarktischen Gebietes über das pazifische zu 3·6°, so entspricht die obige Breitenlage jener der 10·4° Isotherme in einer nicht durch kontinentale Nachbarschaft und ozeanische Wasserheizung übererwärmten Region. Sie kommt so dem früher aus den Verhältnissen im Nordpazifik für die 10° Juliisotherme gefundenen größten Polabstande nahe. Als tiefste Juliwärme über dem 35. Parallel erhält man dann im Hinblick auf die frühere Feststellung eines Temperaturminimums von 8·9° am 45. Parallel durch einfache Extrapolation den Wert:

$$t = 10{\cdot}4 + 6{\cdot}67\left(\frac{10{\cdot}4-8{\cdot}9}{45-41{\cdot}67}\right) = 13{\cdot}4°.$$

Zieht man die zwecks Aufstellung einer Temperaturformel für den 45. Parallel gemessenen Landbedeckungswerte im östlichen Nordamerika zur Ableitung eines Ausdruckes für die Lage der 20° Juliisotherme in jener Region heran, so ergeben sich — wenn $f = \frac{1}{4}(3f_{10}+f_{20})$ gesetzt wird, die beiden Formeln:

$$\varphi - 30 = -0{\cdot}64 + 22{\cdot}0\,f \quad \text{und} \quad 60-\varphi = 29{\cdot}98 - 20{\cdot}93\,f,$$

zu welchen nachstehende berechnete (φ) und gemessene (φ') Breitenlagen für die einzelnen Meridiane gehören:

λ	$\varphi-30$	$\varphi'-30$	$\varphi-\varphi'$	$\frac{1}{4}(3f_{10}+f_{20})$
100	20·8	21·4	— 0·6	0·974
95	19·4	18·6	+ 0·8	0·912
90	16·5	16·2	+ 0·3	0·779
85	14·1	14·0	+ 0·1	0·671
80	15·8	16·5	— 0·7	0·747
75	18·5	18·5	0·0	0·872
70	16·9	16·7	+ 0·2	0·797

λ	$60-\varphi$	$60-\varphi'$	$\varphi'-\varphi$	f
100	9·4	8·6	+ 0·8	
95	10·7	11·4	— 0·7	
90	13·5	13·8	— 0·3	
85	15·7	16·0	— 0·3	wie oben
80	14·1	13·5	+ 0·6	
75	11·5	11·5	0·0	
70	13·1	13·3	— 0·2	

Die mittlere Abweichung der berechneten von den gemessenen Werten ist hier im ersteren Falle ± 0·39, im letzteren ± 0·41, die größte in beiden Fällen + 0·8.

Stellt man auch hier einen eurymorphogenen Temperaturvorsprung von 3·6° gegenüber einem nicht hyperthermalen Gebiete in Rechnung, so entspricht das konstante Formelglied der tiefsten örtlichen Lage der 16·4° Juliisotherme in einem solchen Gebiete. Als Wärmeminimum in 35° Breite ergibt sich dann mit Rücksicht auf den für die um 6° tiefere Isotherme gefundenen größten Polabstand durch Interpolation der Wert:

$$t = 16 \cdot 4 - \frac{5 \cdot 64 \times 6}{(41 \cdot 67 - 29 \cdot 36)} = 13 \cdot 7.$$

Es ist hierbei wie im vorigen Falle ein gleichmäßiger Temperaturzuwachs vorausgesetzt. Nimmt man in jenem Falle — wie früher — für das Intervall von 40 bis 35° eine um zwei Drittel raschere Temperaturzunahme wie für das nordwärts anschließende 5° Intervall an, so erhöht sich der gefundene Wert um 1·5°. Zieht man im letzteren Falle für die Südhälfte der Zone von 40 bis 30° eine nur halb so rasche Wärmesteigerung wie für deren Nordhälfte in Betracht (auf den Meridianen 150 bis 160 E v. G. ist das Verhältnis 100 : 52), so tritt eine Erhöhung des gefundenen Wertes um 0·9° ein.

Verschiedene, voneinander getrennte Wege sind es wieder, welche zum Ergebnisse führen, daß im keilförmigen Ende der über einem landumringten

kalten subarktischen Meere auftretenden Depression der Sommerwärme die Julitemperatur am 35. Breitengrade bis auf 14° absänke. Jetzt trifft man als tiefste Hochsommerwärme auf diesem Parallel 15° in der Gegend nordöstlich von Tristan da Cunha. Die niedrigste Breitenlage der 14° Jännerisotherme ist 37° im Osten dieser Insel. Gleichwie am 45. Parallel ist auch in um 10° größerem Polabstande die für das betrachtete nordhemisphärische Kartenbild berechnete tiefste Temperatur noch ein wenig niedriger als jetzt die größte negative Wärmeanomalie auf der Südhalbkugel.

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß die jetzigen Temperaturen in den mittleren Südbreiten noch nicht als sehr tiefe anzusehen sind, da sie dem bei gleich freiem Zutritte polarer und äquatorialer Triften erwachsenden ozeanischen Wärmezustande entsprechen. Es ist dies für die Beurteilung der morphogenen Klimakomponente der paläozoischen Eiszeiten Südafrikas und Australiens wichtig. Beim Bestande eines Erdbildes, in welchem die jetzt von den tropischen und subtropischen Teilen der Ozeane zu beiden Seiten Afrikas bedeckten Regionen Festland wären — und ein solches Bild wurde von den Paläogeographen für verschiedene Abschnitte des Paläozoikums gezeichnet —, würde das Meer im Süden des genannten Kontinents erheblich kühler sein als jetzt, da es ja des erwärmenden Einflusses der brasilischen Strömung und des Agulhasstromes beraubt wäre.

Bemerkenswert erscheint es, daß die für den vor der Nordspitze des Gondwanalandes vorbeiziehenden 35. Parallel berechnete tiefste Julitemperatur zugleich die höchste Mittsommerwärme ist, die jetzt an regenreichen und im Winter kühlen bergigen Küstenstrichen außerhalb der Tropen von Gletschereis überdauert wird. Auf der Westseite der Südinsel von Neuseeland reicht — wie bekannt — in 43$^1/_2$° Breite ein Eisstrom bis in 200 *m* Seehöhe hinab. In dieser Breite zieht die 15° Jännerisotherme über den Westsaum der Insel hinweg und für die genannte Höhe resultiert dann eine um 1° tiefere Temperatur. Als höchste Hochsommerwärme, bei welcher an der südchilenischen Küste in 46$^1/_2$° Breite ein Gletscher bis zum Meeresspiegel absteigt, ergibt sich, wenn

man aus den Isothermenkarten zu der von Woeikof für diese Gegend — die Lagune von S. Rafael — ermittelten Jahrestemperatur von 8·4° die zugehörige Jännertemperatur sucht, 12·0°. Woeikof's Ermittlung konnte aber, sich auf die weit abliegenden Orte Ancud und Punta Arenas stützend, keine genaue sein. Nach v. Hann ergaben zwischen 45 und 47° Breite auf der Korvette Chacabuco angestellte Messungen eine Jännertemperatur von 14·3 sowie eine mittlere Sommerwärme von 13·7. Vielleicht standen diese Werte etwas über dem langjährigen Mittel, da sich zwei Breitengrade weiter nordwärts zu Melinka eine Sommertemperatur von nur 12·0° fand. Nachdem jedoch der Sommer auf der weiter landeinwärts gelegenen Laguna ein wenig wärmer sein dürfte als an den vom genannten Schiffe gewählten Ankerplätzen, mag wohl im Chonosarchipel die höchste von Gletschereis noch überwundene Mittsommertemperatur denselben Wert haben wie am Westfuße der Gebirgsgruppe des Mount Cook.

Auf der Nordhemisphäre liegt der bekannte, ins Meer vorstoßende Muirgletscher zwischen dem 58. und 59. Parallel im Zuge der längs der britisch-kolumbischen Inselwelt hinstreichenden 14° Juliisotherme und für die am 60. Parallel in 300 *m* Höhe über dem Sörfjord endende Zunge des Buarbrae ergibt sich eine Juliwärme von 13·5°, wenn man der Isothermenkarte den Wert 15 entnimmt und als Temperaturabnahme für 100 *m* 0·5° ansetzt.

Für die auf Frech's Karte den 34. Parallel berührende Nordspitze des Gondwanalandes bekommt man, da die früher für verschiedene Isothermenlagen gewonnenen Werte einen Temperaturzuwachs von fast genau 0·5° für 1° Breitenabnahme ergeben, eine Juliwärme von 14·5°. Rückt man die genannte Spitze noch um einen Grad südlicher in die Breite des indischen Salzgebirges von Kalabagh — wo sie ja liegen soll und auf Frech's Karte wohl nur wegen einer Ungenauigkeit der Zeichnung nicht liegt —, so ist das Schlußergebnis, daß der besagte paläogeographische Punkt mit dem Scheitelpunkte des Bogens der 15° Juliisotherme zusammenfällt.

Paläoklimatologischer Teil.

Mit der nach dieser paläothermalen Erkundungsfahrt vollzogenen Landung an der Nordspitze des Gondwanalandes ist das eingangs gesetzte Rechnungsziel erreicht: die Feststellung eines Zahlenwertes für die Juliwärme, welche bei dem heutigen Solarklima im Falle des Bestandes des von Frech entworfenen Weltbildes der Paläodyas am Nordrande der indischen Vergletscherung herrschen konnte. Es ist damit die bisher noch vermißte Grundlage geschaffen, auf welcher ernst zu nehmende Hypothesen über die Eiszeit Indiens aufzubauen wären.

Betreffs der diluvialen Eiszeit ist neuerdings die Erkenntnis durchgedrungen, daß zu ihrer Entstehung eine Steigerung der Hydrometeore nicht ausreichte und eine Temperaturerniedrigung unerläßlich war. Bei der Gründlichkeit, mit der beim jetzigen vorgeschrittenen Stande der Klimaforschung die klimatologischen Bedingungen der letzten Eiszeit untersucht worden sind, darf man jene Erkenntnis als eine voll gesicherte betrachten. Sie muß auch für jeden Erklärungsversuch der alten tropischen Eiszeiten richtunggebend sein. Im folgenden soll die gewonnene Grundlage näher ausgebaut und gesichert werden, der Versuch, auf ihr schon eine Hypothese aufzubauen, aber plangemäß vermieden bleiben. Der gefundene Wärmewert erheischt zunächst in einem wichtigen Belange eine schärfere Fassung.

Die einem Meere in mittleren Breiten drohende Kältezufuhr durch einen Polarstrom kann bei gleicher Land- und Wasserverteilung in der Arktis und Subarktis sehr verschieden sein, je nachdem er viele von Gletschern losgelöste Eisberge oder nur Flarden und Schollen von Feldeis mit sich führt. Vergletscherungen sind an den Bestand von Bergländern geknüpft und in einer den erkaltenden Einfluß polarer Ströme treffend ausdrückenden Formel müßte so auch die Landerhebung in hohen Breiten als Variable erscheinen. Eine solche Formel müßte aber auch einen komplizierteren Bau erhalten als die hier entwickelten Relationen. Während diese das sommerliche Wärmeminimum als an das Maximum der Wasserbedeckung in der Subarktis geknüpft darstellen, müßte

es als an ein Optimum derselben gebunden aufgezeigt werden, denn der die Abkühlung befördernde Bestand vergletscherter Gebirge bedeutet ja eine Minderung der Wasserbedeckung dortselbst. Es müßte aber auch die physische Gestaltung der Arktis als Variable eingeführt werden. Die Zirkumpolarregion, in welcher auch bei weitem Vorstoße lauer Triften winterliche Meereisbildung noch möglich scheint, muß bei voller Bedeckung mit gebirgigem Land und Gletschern am meisten abkühlend wirken.

Wird die vertikale Gliederung der Erdoberfläche nicht in Rechnung gezogen, so kommt ihr thermischer Einfluß in den mittels einer Formel gewonnenen Werten in dem Maße zur Geltung, in welchem er sich in den geographischen Grundlagen dieser Formel kundgibt. Dasselbe gilt betreffs der horizontalen Gliederung, soweit sie — obwohl die untersuchten Temperaturwerte noch mitbeeinflussend — in der Formel nicht berücksichtigt erscheint. Im vorliegenden Falle bedeuten demnach die gefundenen Werte jene Julitemperaturen, welche bei einer vorwiegend meerbedeckten inneren Arktis und bei einer dem jetzigen nordhemisphärischen Eisbergtransport entsprechenden hochnordischen Gletscher- und Gebirgsentwicklung unter den angenommenen Bedingungen herrschen würden. Dieses Maß von Gebirgsentwicklung wäre etwa beim Bestande von Kettengebirgen zu beiden Seiten der Nordhälfte des russischen Meeres gegeben. Die gefundenen Temperaturen mögen wenigstens um einige Grade hinter jenen zurückbleiben, welche sich bei einer die Bildung von Gletschern und Eisbergen ausschließenden völligen Flachheit der Uferlandschaften des russischen und benachbarten arktischen Meeres ergäben. Die für den 45. und 35. Parallel berechneten Werte mögen zugleich um mehrere Grade jene Julitemperaturen übersteigen, welche beim Bestande eines Gebirges am Ostrande der Südhälfte des russischen Meeres herrschten. Da dieser Meeresteil auch im Winter nicht zufröre und dann der Schauplatz lebhafter Luftwirbelbildung wäre, träfen bei niedriger Temperatur dampfgesättigte Südwestwinde auf die Meerseite jenes Gebirges mit starkem Anpralle auf. Sie würden dieselbe mit riesigen Schneemassen überschütten, so daß es — weil die Sommer kühl, trüb

und feucht wären — zur Entstehung großer, bis zum Meeresspiegel hinabsteigender Gletscher käme. Von diesen abbrechende und südwärts treibende Eisberge könnten dann eine stärkere sommerliche Erwärmung des Meerwassers bis zum 35. Parallel hinab wirksam behindern.

Rekonstruktion der hydrometeorischen Verhältnisse.

Um die für diesen Breitengrad gefundene Julitemperatur in genetische Beziehung zu einer Vereisung Indiens zu bringen, muß man vorerst die hydrometeorischen Verhältnisse, mit denen sie verknüpft wäre, klarstellen. Am Ostrande des tibetanischen Meeres könnten sich Trockenheit, dichte Nebel und Wolkenarmut in dem Maße zeigen, in welchem dort das Phänomen des kalten Küstenwassers zur Entfaltung käme. Im westlichen Teile jenes Meeres würden aber nicht die dem rückkehrenden Aste eines antizyklonalen Kreislaufes eigentümlichen, sondern die für das Eindringen warmer Triften in ein kühles Meer bezeichnenden hydrometeorischen Zustände zur Geltung kommen.

Allerdings liegt der 35. Parallel schon innerhalb der durchschnittlich wolken- und regenarmen Zone der nördlichen Halbkugel. Wo aber besondere Bedingungen eintreten, entwickeln sich auch in den großen hydrometeorischen Erdgürteln von den für sie typischen sehr abweichende klimatische Zustände. Gleichwie es innerhalb der äquatorialen Zone ein ozeanisches und mehrere festländische regenarme Gebiete und ein Winterregengebiet gibt, wäre auch noch zwischen dem 40. und 35. nördlichen Parallel ein ständig trübes und regnerisches Klima denkbar.

Auf dem Randstücke des Atlantischen Ozeans, wo sich der Golfstrom und der Kalte Wall berühren, ziehen sich die Gebiete gleicher Regendauer in der wärmeren Jahreszeit weniger weit nordwärts zurück als auf der hohen See. Bei völliger Umkehrung des oberflächlichen Stärkeverhältnisses der sich begegnenden kalten und warmen Gewässer würde dort wohl eine weit in die Subtropen vordringende Zunge der Linien gleicher Regendauer entstehen. Im südlichen Indischen

Ozean verläuft auf Supan's Regenweltkarte die 1 Meter-Isohyete noch äquatorwärts vom 35. Parallel. Die Art, wie im gedachten tibetanischen Meere kühles Wasser nordischer Herkunft von Stromfäden einer warmen Trift überspült würde, wäre dem Übergreifen randlicher Teile der südhemisphärischen Westwindtrift auf das sich vom Umkreise der Antarktis langsam gegen Nord bewegende Wasser ähnlich. Es wären so auch Analogien hinsichtlich der diese Vorgänge begleitenden hydrometeorischen Phänomene zu erwarten.

Man darf so annehmen, daß die für die Luft über dem westlichen turkestanischen Meere gefundene Sommerkühle mit großer Feuchtigkeit, starker Bewölkung und reichlichen Niederschlägen verbunden wäre. Fast ständig bedeckter Himmel könnte eine oberflächliche hohe Erwärmung des Meerwassers nordischer Abkunft auch im Sommer wirksam behindern, wogegen die von Süd gekommene Strömung ihre von dort mitgebrachte Wärme behielte. Reichliche Zufuhr von Eisbergen, wie sie bei der Vergletscherung gebirgiger Küsten des russischen Meeres stattfände, könnte durch Aussüßung des kalten Wassers eine Gewichtsverminderung desselben erzeugen und im Anschlusse daran verlangsamtes Untertauchen und längere und ausgebreitetere Berührung desselben mit dem warmen Triftwasser bedingen, ein Umstand, der vermehrte Kondensationen zur Folge hätte.

War das Indien der Paläodyas eine auf gefaltetem archaischem Sockel ruhende Tafel aus Vindhyansandstein, so konnte an deren Nordabfall bei dem im vorigen für das benachbarte Meer abgeleiteten Klima eine Gletscherbildung erfolgen. Im Winter kam die Nordhälfte des turkestanischen Meeres noch polwärts vom Gürtel hohen Luftdruckes zu liegen und mochte dann wie das heutige Mittelmeer der Schauplatz häufiger Zyklonen sein. Diese brachten dem Nordsaume des indischen Tafellandes oftmals kühle dampfgesättigte Winde aus NW bis NO, welche bei ihrem Aufstiege auf die Gebirgstafel die höheren Lagen ihres Nordhanges in dichte Schneemassen hüllten. Im Sommer mußten im altdyadischen Indien den heutigen gerade entgegengesetzte Windverhältnisse herrschen. Der ostarktische Kontinent war zwar auch befähigt, Luft

aus der Umgebung an sich zu ziehen, die Gegend stärkster Erwärmung konnte aber nur im Innern des nordhemisphärischen Teiles der großen indo-afrikanischen Landmasse liegen.

Es wehten dann auch im Sommer fast ständige dunstgesättigte Winde aus N bis NO zum nördlichen Tafellandrande hinauf, denselben dauernd in undurchdringliche Wolken hüllend, die einen völligen Schwund des im Winter reichlich gefallenen Schnees hintanhielten. So waren die Vorbedingungen für den Eintritt jenes oft geschilderten Zusammenspieles physikalischer Vorgänge gegeben, welches allmählich zur Bildung von Firn und Gletschereis führt. Wie mächtig sich das Gletscherphänomen entwickeln konnte, hing — sofern schon das hierfür günstigste Winter- und Sommerklima erreicht war — von der Höhe der indischen Tafel ab. Diese ist unbekannt. Damit gerät das Problem außer Reichweite der hier angewandten Methode der Betrachtung, welche ja darin besteht, aus erkannten Beziehungen zwischen gemessenen geographischen Größen und Klimawerten auf Grund von in einer der Messung zugänglichen Form dargebotenen (wenn auch sehr unsicheren) paläogeographischen Größen auf klimatische Werte der Vorzeit zu schließen.

Blieb die Höhe der indischen Tafel unter 1000 *m* zurück, so mochten wohl nur in den Wurzeln der in ihren Nordabfall eingerissenen Schluchten kleine Eisfelder kauern; stieg das Tafelland weit über 1000 *m* empor, so konnten wohl an seinem zertalten Nordhange größere Firnmulden entstehen, aus denen sich Eiszungen bis zu dem mit Farnen der Glossopterisflora überwucherten Gebirgsfuße vorstreckten. Wem dies nicht glaubhaft dünkte, dem sei Woeikof's Ausspruch in Erinnerung gebracht, daß, wenn man bedenkt, wie groß und wie häufig erneuert die Luftmassen sein müssen, um die zum Abschmelzen der Stirnen großer Gletscher nötige Wärmemenge zu liefern, es schwerer zu erklären sei, wieso die Eisschmelze den gewaltigen jährlich zukommenden Massen die Wage zu halten vermag, als wie daß große Gletscher bis in so warme Luftschichten reichen können, wie in Westpatagonien und Neuseeland.

Vom Nachweise der Möglichkeit großer Gletscher am Nordabfalle eines die Lage des heutigen Indien einnehmenden Tafellandes bis zur Erklärung eines Inlandeises über diesem Lande, wie es in der Paläodyas bestanden haben soll, ist nun aber noch ein weiter Weg. Der hier — man möchte sagen erfolgreich — bis zur Nordküste des Gondwanalandes durchgeführte rechnerische Kältevorstoß würde bei seiner Fortsetzung ins Landinnere hinein auf zähesten Widerstand stoßen.

Da nach Erreichung des Tafelrandes keine weitere Kondensation infolge Anstieges von noch feuchter Luft an Berghängen stattfände, träte im Winter mangels einer Anregung zu freiem Emporsteigen solcher Luft auf der Gebirgstafel oft heiteres Wetter ein und dann käme die indische Sonne zur Geltung, von der v. Hann in seiner meisterhaften Kritik der Hypothese James Croll's sagt, daß ihre eisschmelzende Kraft nicht unterschätzt werden dürfe. Sie würde leichte Schneedecken, die bei fallweisem Übergreifen des Wetters der Küstenzone doch das Land überzögen, bald tilgen, im Sommer käme es zu Gewitterregen, die über schneefreiem, erwärmtem Boden sich bildend, auch an schattigen Stellen verbliebene Schneeflecken verzehren würden.[1] Vorerst eines Satzes gedenken, in welchem von der Möglichkeit einer völligen Ausschaltung der Insolation in niedrigen Breiten gesprochen wird und später eine Textstelle anführen, die die sengende Wirkung der Tropensonne betont, heißt durchaus nicht sich selbst widersprechen, sondern bei Bedachtnahme auf Phänomene des jetzigen Klimas zur Beurteilung klimatischer Zustände der Vorwelt sich vor Einseitigkeit bewahren. Bei entsprechend tiefen Temperaturen würde sich der jetzt in den Tropen häufige Kontrast zwischen trockenen und feuchten Gebirgsflanken und zwischen dürren

[1] Ein eigenes Erlebnis bewahrt mich davor, die indische Sonne zu unterschätzen. Als ich nach der Ankunft in Tschanda, um baldigst einen ersten Anblick von Talchirs zu gewinnen, am Spätnachmittage, ohne da noch die für Tagestouren in den Tropen nötigen Vorsorgen zu treffen, einen Spaziergang in die flache Umgebung unternahm, war ich dem erschlaffenden Einflusse drückender Hitze dermaßen preisgegeben, daß, als ich bei rasch hereinbrechender Dunkelheit zurückkehrte, meine Frau, die beim Scheine einer von großen Insekten umschwirrten Lampe auf der Terrasse des Dak Bungalow saß, meinte, ich sähe wie um zehn Jahre älter geworden aus.

Tafelländern und ihren von Nässe triefenden Abhängen zu dem jetzt in den höheren Breiten vorkommenden nachbarlichen Gegensatze zwischen eisfreiem und stark vergletschertem Gelände umbilden können.

Ein im Winter kühles, im Sommer warmes eisfreies Klima auf der indischen Tafel bei gleichzeitigem Bestande von Gletschern an deren Nordhängen schiene dann ebenso möglich, wie jetzt das kontinentale subarktische Klima in der Nachbarschaft großer bis zum Meere reichender Eisströme an der Südküste Alaskas. Es wäre da betreffs der indischen Tafel nicht vom Widersinne eines über der klimatischen Schneegrenze liegenden firnfreien Landes zu sprechen, sondern zu sagen, daß diese Grenze dort eine rasche Hebung erfahre.

Koken nahm zur Erklärung eines über das indische Tafelland gebreiteten Firnmantels eine sehr große Höhenlage dieses Landes an. Er sah die Hauptschwierigkeit des Problems darin, daß die Spuren der Vereisung bis zum Meere hinabführen und mußte sie auch darin sehen, da er eine zur Herrschaft kühler Sommer über dem das vereiste Land umspülenden Meere durchaus ungeeignete Land- und Wasserverteilung annahm. Unter den hier betrachteten geographischen Voraussetzungen wäre der Bestand von Gletschereis in Meeresnähe nicht mehr der dunkelste Punkt des Problems. Man wird sich aber mit dem Gedanken an eine bis in Montblanchöhe gehobene firnbedeckte und eisumpanzerte indische Schichttafel nicht leicht befreunden können. Gewiß böte der sehr sanfte Anstieg eines Landes zu beträchtlicher Höhe die Möglichkeit, daß beim Anpralle dampfgesättigter Luftmassen Schneefall, wie er sonst auf dem schmalen Geländestreifen der Windseite eines Gebirges eintritt, sich über eine riesige Fläche erstreckte.

Es verlöre auch die Luft beim Zwange, eine bis zu 5000 *m* hinanziehende schiefe Ebene zu überwinden, mehr Wasserdampf als beim Aufstiege über den Steilrand einer nur 1000 *m* hohen Gebirgstafel, einem Vorgange, nach dessen Vollzug sie noch keineswegs trocken über diese Tafel hinstreichen muß. Die beim Vorübergange einer Zyklone vom Meere auf das Land geführte Feuchtigkeit würde sich aber ersterenfalls

über ein sehr viel größeres Gebiet verteilen. Die sich bildenden Schneedecken wären weniger mächtig und da auch die mittlere Bewölkung und Nebelbildung geringer wäre, könnte die in großen Höhen starke Verdunstung, im Sommer bei 0° etwas übersteigenden Temperaturen wohl auch die kräftige Insolation noch zur Verminderung der Schneelagen führen. Man dürfte so die Bedingungen für die Firnbildung auf einem meerumspülten ausgedehnten tropischen Hochlande nicht mit jenen auf frei aufragenden Hochgebirgskämmen der Tropen vergleichen. Koken war zwar im Rechte, wenn er Chamberlain's und Salisbury's Hinweis auf die Eisfreiheit der meerfernen Hochflächen des Pamir und Tibets als Einwand gegen die Erklärungsmöglichkeit der indischen Vergletscherung durch große Höhenlage des Landes nicht gelten ließ; er machte sich selbst aber einer argen Überschätzung der eiserzeugenden Kraft eines dem Meere benachbarten, 4500 *m* hohen Indiens schuldig, wenn er seiner Rechnung die jetzige Jahresmenge des Niederschlages auf den Höhenstationen der Westghats (oder auch nur die Hälfte dieser Menge) zugrunde legte.

Vom geologischen Standpunkte aus wird man sich der Annahme einer bis in Montblanchöhe gehobenen indischen Schichttafel nicht leicht anschließen mögen. Nach Koken sind weit ausholende Vertikalbewegungen ein in der Geologie der Salzkette und des Dekan bezeichnendes Moment und soll die flache Lage zeitlich weit getrennter Absätze in diesen Gebieten für solche Vorgänge sprechen. Man wird sich aber nicht leicht vorstellen können, daß ein tangential gespanntes flaches Schichtgewölbe beim Nachlassen der Spannung ohne Zerstückung in sich gegenseitig randlich über- und unterschiebende Schollen in seine frühere Lage zurücksänke. Man kann das Empfinden nicht meistern, daß Koken's hoch emporgeblähtes indisches Tafelland als eine für den besonderen paläoklimatologischen Zweck zurechtgelegte ungewöhnliche Annahme erscheint. Man könnte fragen, warum in der Sahara und in Rußland Spuren alter Eiszeiten fehlen, nachdem sich dort unermeßlich lange Zeit hindurch Gelegenheit zu solchen von Faltung scharf zu trennenden Schichtenaufblähungen größten Styles ergab.

Immerhin würde man sich mit dem ohne Zerstückelung geschehenen Zurücksinken einer hoch emporgewölbten Gesteinsdecke noch eher abfinden können als mit der ohne Fältelung erfolgten Wanderung einer solchen Decke von hohen bis in niedrige Breiten. Man dürfte sich holosphärische Verschiebungen der Erdkruste über den Erdkern doch nicht wie das Übereinandergleiten zweier starrer Maschinenteile an einer mit Öl geschmierten Fläche denken! Die flache Lagerung der Malani-Ergussgesteine und der Vindhyansandsteine spricht auf das entschiedenste dagegen, daß sich das indische Glazialphänomen in Polnähe abgespielt hätte.

Um nun auf Koken's Weltkarte der Dyas zurückzukommen, sie zeigt eine 40 Meridiangrade breite Beringsstraße, durch die wohl Ausläufer der Kuro-Siwo-Trift bis in das arktische Becken kamen, eine so starke Erkaltung desselben, wie sie bei Frech's Weltbild eintrat, verhindernd. Es stellt ferner zwei Landverteilungen nordwärts von Indien dar, die für eine Gletscherentwicklung am Nordsaume dieses Landes weit weniger günstig wären als der Küstenverlauf auf jenem letzteren Bilde. Als wahrscheinlicherer Fall ist eine aralokaspische Insel, als Eventualfall (durch Punktierung als solcher gekennzeichnet) eine Landbrücke zwischen den beiden nordhemisphärischen Erdteilen vorgesehen.

Falls das russische Meer schon westlich vom aralokaspischen Gebiete mit dem Mittelmeer zusammenhing, konnte hier schon das kalte Wasser des ersteren nach Süden gelangen und blieb das turkestanische Meer vor merklicher Abkühlung bewahrt. Die Lücke zwischen der erwähnten Insel und dem ostarktischen Kontinent stand dann weit mehr als Eintrittspforte für laue Triften, denn als Ausfallstor für einen Polarstrom offen. Spannte sich aber eine Landbrücke von Europa nach Ostasien, so schloß sich jeder Zutritt kalten Wassers zu den Meeren in der Nachbarschaft Indiens aus und hatte der damals gegen Nord gekehrte Küstenabfall dieses Landes ein bei großer Feuchtigkeit sehr warmes Klima. Es ist klar, daß so für Koken der Versuch, für den Nordsaum des Gondwanalandes ein Hinabreichen der Gletscher bis zum Meeresspiegel zu erklären, auf größte Schwierigkeiten

stieß. Die sich aus Frech's Weltbild der Paläodyas für jenen Küstensaum ergebenden klimatischen Verhältnisse zeigen dagegen eine überraschende Ähnlichkeit mit den von Woeikof aufgestellten Bedingungen einer Vereisung der Küste Brasiliens: »mehr vergletscherte Länder in höheren Breiten und eine im Vergleich zu heute im ganzen vielleicht nicht intensivere, aber so gerichtete Strömung, daß die größte Masse von Eisbergen und kaltem Wasser gerade die Küste traf und warme Ströme abgelenkt waren.« Als Bringer der Kälte zum Nordsaume Gondwaniens wurde ja auch hier nicht eine gut begrenzte starke Polarströmung nach Art des Labradorstromes, sondern eine in sehr langsamer Ortsveränderung begriffene Kaltwassermasse ähnlich den jetzigen antarktischen Triften aufgezeigt.

Bemerkenswert erscheint es, daß bei dem angestellten Vergleiche verschiedener Vorzeitkarten die voneinander am meisten abweichenden Klimate nicht an zwei morphologische Grenzfälle geknüpft sind, sondern zwei Endglieder einer Formenreihe — ununterbrochene und nur in ihrem Mittelstücke erhaltene Landbrücke zwischen zwei Kontinenten — in klimatogenetischer Hinsicht zu einem Mittelgliede zwischen ihnen — in ihrem östlichen Drittel unterbrochene Brücke — in Gegensatz treten.

Die Frage, ob das von Frech vermutete Weltbild am Schlusse der Karbonzeit im Falle seiner Richtigkeit auf die Vereisung Indiens ursächlich zu beziehen sei, beantwortet sich mit nein oder ja, je nachdem dieses Phänomen mit der Herrschaft der Fusuliniden im russischen Meere zeitlich zusammenfiel oder nicht.[1] Da diese Foraminiferen nach H. v. Staff

---

[1] Noch deutlicher als dadurch, daß ich einen ursächlichen Zusammenhang der von mir rechnerisch gefundenen Isothermendepression mit der indischen Eiszeit nur als möglich hinstelle, kann ich Sinn und Zweck meiner Untersuchungen wohl nicht ausdrücken. Hoffentlich werden sie diesmal nicht mehr eine Umdeutung erfahren. Herr Wilhelm Eckardt war so liebenswürdig, meinen früheren Bemühungen um die Förderung der Paläoklimatologie große Anerkennung zu zollen. Insofern wunderte es mich, daß er meine Arbeit: Synthese der morphogenen Winterklimate Europas zur Tertiärzeit (diese Sitzungsber., 1913) in seiner Besprechung in Petermann's Mitteilungen lediglich als einen neuen Versuch, die europäischen Tertiärfloren

zu ihrem Gedeihen mindestens die Wassertemperaturen des heutigen Mittelmeeres brauchten, schloß es sich zu ihrer Blütezeit natürlich aus, daß durch die turanische Pforte Eisberge zur Nordküste Gondwaniens herangeschwommen kamen. Nach H. v. Staff soll es allerdings keineswegs sicher sein, daß das Auftreten der Fusulinen im Norden und das der Gletscher im Süden gleichzeitig stattfand; die vorherrschende Ansicht geht aber wohl dahin. Ist sie die richtige, so muß es ein besonderer Umstand oder ein Zusammenspiel mehrerer Umstände bedingt haben, daß sich nicht die dem heutigen Solarklima entsprechende Isothermenverteilung der damaligen Zeit entwickelte. Wäre eine Projektion des altdyadischen Erdbildes auf andere als die heutigen geographischen Koordinaten erwägbar, so würde die von den Krustendrehern erdachte Verlagerung des Südpoles in die Mitte des Indischen Ozeans das Fehlen jener Wärmeverteilung erklären können, da sie Indien in mittlere Breiten, Nordrußland in den äquatorialen Gürtel schöbe.

Sollte ein Wechsel des physischen Solarklimas im Spiele sein, so mußte sich dieses im Vergleich zum heutigen günstiger gestaltet haben, da nur dann in einem dem Einflusse lauer Triften fast ganz entzogenen subarktischen Meere die subtropischen Wassertemperaturen des Mittelmeeres auftreten konnten. Zur Erklärung des Bestandes von Gletschern in subtropischen Breiten muß dann auch ein eine regionale Erkaltung schaffender Umstand helfen, der — weil alleiniges Wachsen der Niederschläge keine Eisbildung brächte — mangels einer Kältezufuhr vom Pole her auch wieder nur eine große Höhenlage sein könnte.

Man kommt so auf Grund der Rekonstruktion Frech's unter Zuhilfenahme eines hypothetischen Faktors auch wieder dahin, wo Koken's Erklärungsversuch ohne eine solche Hilfe

---

nur auf geographischem Wege zu erklären, hinstellt und die von mir dort verfügte Aufstellung des Begriffes der allogenen Isodiakrinen mit keinem Worte erwähnt. Ausreichende Entschädigung für die mir hieraus erwachsene Betrübnis bot mir aber die Freude darüber, daß mir ein bedeutender Geophysiker mit Bezug auf jene Begriffsaufstellung schrieb, es scheine ihm, daß die Sache nun endlich von der richtigen Seite angepackt sei.

landete. Ein Unterschied besteht aber insofern, als im Falle Koken's die Erwärmungsmöglichkeit der hohen Breiten eine begrenzte ist, im Falle eines wärmeren Solarklimas aber die hypsogene Erkaltungsmöglichkeit der niedrigen Breiten unzureichend erscheint. Frech's Meinung, daß die Gletscher des Gondwanalandes bei nur geringer oder mäßiger Höhenlage ihrer Firnmulden durch eine allgemeine Abkühlung infolge starker Verminderung des Kohlensäuregehaltes der Luft bedingt gewesen seien, ist mit der Annahme eines als Wohnstätte für wärmeliebende Foraminiferen geeigneten subarktischen und arktischen Meeres unvereinbar.

Viel mehr als das hier Vorgebrachte dürfte sich über die stenomorphogene Komponente des Klimas der permischen Eiszeit Indiens nicht anführen lassen. Über die eurymorphogene Komponente dieses Klimas läßt sich nicht viel sagen. Sie würde den klimatischen Gesamteinfluß der Land- und Meerverteilung in den altweltlichen Tropen auf das außertropische Eurasien bedeuten. Läge man auch hier Frech's Weltkarte des untersten Rotliegenden zugrunde, so schlösse sich eine nähere Beurteilung jenes Einflusses fast aus, da die besagte Karte größtenteils landbedeckte indo-atlantische Tropen zeigt, das tropische Kontinentalklima sich aber der Kenntnis ganz entzieht. Man kann zwar annehmen, daß so ein Ungeheuer von Kontinent wie das vom Ostfuße der Anden bis über die Ostküste Australiens hinaus sich dehnende Gondwanaland Temperatur- und Luftdruckverhältnisse schüfe, die von den heutigen in den Tropen sehr abwichen; worin diese Abweichungen bestünden, läßt sich aber nicht leicht zutreffend ausdenken. Es fehlt so auch fast jeder Anhaltspunkt dafür, inwiefern ein Klima in der gemäßigten Zone anders als jetzt von den Tropen her beeinflußt würde, wenn diese ihre vorwiegende Wasserbedeckung mit Landbedeckung vertauschten. Brächte dies trotz stärkerer Erhitzung der untersten Luftschichten eine Abnahme der Mitteltemperatur der tropischen Lufthülle, so wären wegen des geringeren Luftabflusses verminderte Winterkälte, vermehrte Bewölkung und erhöhte Möglichkeit der winterlichen Zyklonenbildung über landumringten

Meeren in den Rossbreiten zu erwarten. Änderungen dieser Art würden die Firnbildung auf Küstengebirgen solcher Meere fördern, sofern dieselben, wie das früher betrachtete turkestanische Meer, von Norden her eine starke Abkühlung erführen.

Auch die eurymorphogene Klimakomponente ließe sich für das altdyadische Indien jeweils nur mit Bezug auf eine bestimmte Rekonstruktion erwägen. Nach Koken ist eine Landentwicklung im Bereich des heutigen Indischen Ozeans zur Zeit der alten Gletscher fraglich; seine Karte zeigt als wahrscheinlicheren Fall dort südwärts vom Äquator weites Meer. Ein solches müßte auch für Indien wieder andere klimatische Zustände schaffen als wie sie bestünden, wenn Australien mit Afrika und Vorderindien zusammenhinge. Es schwankt so angesichts der herrschenden Unsicherheit der Ergebnisse der paläogeographischen Forschung das Maß der engeren und weiteren morphologischen Bedingtheit bei der Eiszeit Indiens innerhalb weiter Grenzen.

Über diese Feststellung hinaus soll hier dieses schwierige Problem nicht verfolgt sein. Es liefe dem Sinne dieser Arbeit ganz zuwider, klänge auch sie in die Anpreisung eines Erklärungsmittels für die indische Eiszeit aus.

Als naturgemäßer Abschluß der Betrachtung ergibt sich hier vielmehr ein Ausblick auf die Frage nach der bei dem heutigen Solarklima größtmöglichen Depression der Sommerisothermen, aber nur ein Blick, denn eine rechnerische Lösung dieses theoretischen Problems ließe sich nur mittels eines Systems wohlerdachter thermogeographischer Formeln erzielen.

In den mittleren Breiten träte die größte negative Anomalie der Sommertemperatur auf, wenn durch einen von lauen Triften abgesperrten subpolaren Wassergürtel ein kräftiger Polarstrom unvermischt bis zur Nordgrenze der Subtropen käme. In den niedrigen Breiten fände die weitestgehende örtliche Erniedrigung der Sommerwärme statt, wenn im Anschlusse an den eben erwähnten extremen Fall der mittleren Breiten das Phänomen des kalten Auftriebwassers zu größtmöglicher Entwicklung käme. Es soll hier aber nicht versucht werden, die zur Erzeugung solcher Stromverhältnisse geeignetsten

Gestaltungen der Küstenlinien auszudenken. Es hätte dies keinen sichtbaren paläoklimatologischen Zweck und fiele auch aus dem Rahmen klimakundlicher hypothetischer Betrachtungen heraus.

Rekonstruktion der morphogenen Sommerisothermen.

Es erübrigt noch, auf Grund der durchgeführten thermogeographischen Analyse die gesuchte paläothermale Synthese vorzunehmen und deren Ergebnis kartographisch darzustellen. Durch Einsetzung der aus Frech's Weltkarte zu entnehmenden bezüglichen Landbedeckungswerte erhält man für die Julitemperatur auf dem 60. Parallel quer über das russische Meer aus den eingangs entwickelten Formeln folgende Werte: (I mit $t = 1 \cdot 47 + 11 \cdot 04 \left[\frac{1}{2}(f_{20} + f_{30})\right]$, II mit $t = 2 \cdot 56 + 10 \cdot 03 \left[\frac{1}{4}(f_{10} + 3 f_{30})\right]$, III mit $t = 1 \cdot 40 + 10 \cdot 00 f_{40}^{n} + 5 \cdot 27 f_{40}^{s}$, IV mit $t = 4 \cdot 57 + 9 \cdot 97 f_{30}$ nach entsprechender Verminderung des konstanten Gliedes).

λ	I	II	III	IV
20	11·4	11·5	11·3	10·0
25	9·5	10·0	9·4	8·4
30	7·2	7·8	7·5	6·7
35	4·9	5·5	5·5	5·0
40	2·8	3·9	3·7	3·4
45	1·7	2·9	2·2	2·0
50	1·6	2·8	2·1	1·8
55	2·3	3·4	3·6	2·7
60	4·0	4·9	5·5	4·4
65	6·3	6·8	7·4	6·1
70	8·6	9·1	9·3	7·7
75	10·7	10·9	11·2	9·4
80	12·1	12·0	13·2	10·8

Die höchste und die tiefste der vier für jeden dieser Punkte gewonnenen Temperaturen weichen durchschnittlich

um $1^1/_2°$ voneinander ab. Gleichung II ergibt für den westlichen, Gleichung III für den östlichen Ast des dem kalten Meere entsprechenden Wellentales der Temperatur die höchsten, Formel I für die Scheitelregion, Formel IV für die Seitenteile dieser Wärmewelle die niedrigsten Werte. Im Mittel aller vier Bestimmungen bekommt man, wenn man I und IV mit doppeltem Gewichte nimmt, nachstehende Temperaturen:

λ ...	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
t ...	10·9	9·2	7·1	5·2	3·3	2·1	1·9	2·8	4·5	6·5	8·5	10·4	11·8

Für die Julitemperatur auf dem 45. Parallel quer über die turanische Pforte erhält man bei Einsetzung der aus Frech's Karte zu entnehmenden Landbedeckungen in die Formeln $t = 7 \cdot 73 + 16 \cdot 94 \times \left[\frac{1}{3}(f_{10} + 2f_{20})\right]$ und $t = 7 \cdot 92 + 66 \cdot 6 f_{10} + 10 \cdot 01 f_{20}$ teils ganz übereinstimmende, teils nur um 0·1 bis 0·3° differierende Werte und im arithmetischen Durchschnitte derselben:

λ ...	20	25	30	35	40	45	50	55	60
t ...	22·7	22·0	19·8	16·8	14·6	13·7	13·4	12·6	11·1
λ ...	65	70	75	80	85	90	95	100	
t ...	9·4	8·5	10·1	13·8	18·0	21·1	22·4	23·7	

Für die Interpolation der Temperaturen auf dem 55. und 50. Parallel wurde die jetzt auf der Südhalbkugel im Jänner stattfindende Zunahme der mittleren Parallelkreistemperaturen zugrunde gelegt. Man findet dort nach Hopfner und Spitaler für die Breiten von 60, 55, 50 und 45 die Werte: 1·7, 4·6, 8·1 und 12·5, deren Differenzen: 2·9, 3·5 und 4·4 sich wie 26·85 : 32·41 : 40·74, das ist nahe wie 3 : 4 : 5 verhalten.

Wegen der östlichen Verschiebung des Scheitels der Wärmewelle beim Übergange vom 60. auf den 45. Parallel wurden nicht die Temperaturdifferenzen zwischen den Schnittpunkten dieser Kreise mit demselben Meridian, sondern jene zwischen je einem Punkte des ersteren Kreises mit dem um 30° weiter östlich gelegenen Punkte des letzteren Kreises genommen. Die so auf Grund der vorigen Verhältniszahlen der Wärmeänderung gewonnenen Julitemperaturen sind:

$\varphi = 55°$												
20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
14·1	12·4	10·5	8·7	7·3	5·6	4·3	3·8	4·2	5·9	8·3	10·9	13·1
$\varphi = 50°$												
20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
18·1	16·6	14·4	12·3	10·9	10·0	8·7	7·3	6·3	6·1	7·8	10·7	14·0

Innerhalb des Subtropengürtels konnten — wie erinnerlich — keine zweckentsprechenden Formeln für Parallelkreistemperaturen und nur solche für Breitenlagen von Isothermen gefunden werden. Zu einer Fortsetzung des kartographischen Bildes in jenen Gürtel hinein sind so nur die aus den letzteren Formeln zu gewinnenden Werte verfügbar.

Für das turkestanische Meer bekommt man mittels der aus den Verhältnissen im Pazifik für die 10° Juliisotherme erhaltenen Formel durch Einsetzung der für die um 20° gegen W verschobenen parastatischen Bedeckungswerte folgende Breitenlagen:

λ	60	65	70	75	80
φ	44·8	40·5	40·0	42·7	48·0

Aus der für die 14° Juliisotherme im westatlantischen Gebiete abgeleiteten Gleichung, welche, wie erwähnt, die Breitenlagen der 10·5° Isotherme in einem nicht hyperthermalen Gebiete aufzeigt, resultieren, wenn man die Bedeckungswerte der Zonen zwischen 70 und 50° um 20° gegen W verschiebt, nachstehende Werte von φ:

λ	60	65	70	75	80
φ	45·5	44·0	43·5	44·1	46·3

Man würde hier geringere Unterschiede gegenüber den vorigen Winkelwerten erwarten. Dagegen kann es nicht befremden, wenn im subarktischen Gürtel die aus beiden Formeln sich ergebenden Breitenlagen zu den vorangeführten Temperaturwerten nicht stimmen. Die vorgenommenen Verschiebungen der parastatischen Felder müssen hier zu manchen Inkongruenzen führen, sie waren aber nötig, um die im betrachteten Kartenbilde begründete Ostwärtsverlegung der örtlichen Minimaltemperaturen mit abnehmender Breite zu erhalten.

Der für die 20° Juliisotherme gefundene Ausdruck ($\varphi - 30 = -0·64 + 22·0 f$) liefert, wenn man für die Zone zwischen 60 und 50° um 10° gegen W verschobene parastatische Felder mit entsprechender Bedeckung[1] einsetzt, folgende Werte:

λ ...	40	45	50	55	60	65	70	75	80
φ ...	37·6	37·0	36·7	35·9	33·9	31·1	29·7	31·3	37·1

[1] Die auf Frech's Karte auszumessenden prozentischen Landbedeckungen in den dem russischen Meere zugekehrten Randgebieten der beiden subarktischen Kontinente sind für Felder von 5° Länge: In der Zone von 75—60° zwischen $\lambda = 15$ und 35° E v. G.: 99, 84, 49, 12, zwischen $\lambda = 65$ und 75°: 32 und 94; in der Zone von 70—60° zwischen $\lambda = 20$ und 35°: 99, 84 und 26, zwischen $\lambda = 55$ und 70°: 2, 14, 54; in der Zone von

Diese Breitenlagen sind nach früherer Darlegung jenen der um 3·5° tieferen Isotherme eines Gebietes gleichzusetzen, dessen gesamte thermische Beeinflussung der des hier betrachteten entspräche.

Durch passende Interpolation erwächst aus der letzten und drittletzten Zahlenreihe für die sommerliche Wärmeverteilung über dem Meere vor der Nordspitze Gondwaniens folgendes Bild:

φ	λ				
	60	65	70	75	80
40	13·1	10·8	10·5	11·9	14·9
35	15·9	14·0	13·4	14·6	17·6

Zum Schlusse seien noch die Differenzen zwischen den für Frech's Weltbild der Paläodyas sich ergebenden Wärmewerten und den heutigen, auf den Meeresspiegel reduzierten Temperaturen festgestellt. Sie fallen groß aus, da das betrachtete Gebiet zu den sich jetzt im Sommer am meisten erhitzenden Teilen der Nordhemisphäre gehört. Für die Zone zwischen dem 60. und 45. Parallel erhält man folgende morphogene Diakrinen des Juli, bei denen, da sie alle negativ sind, das Minuszeichen weggelassen wurde.

λ	φ			
	60	55	50	45
20	5·1	3·1	1·9	0·6
25	7·3	6·1	3·7	0·0
30	9·9	8·5	6·4	2·3
35	12·5	11·0	9·4	5·3
40	14·7	12·9	11·3	9·5
45	16·1	14·8	13·0	11·2

60—50° zwischen $\lambda = 20$ und 25°: 67, zwischen $\lambda = 65$ und 75°: 17 und 81. Für die Zone von 50—40°, in welche die aralokaspisch-pontische Landzunge fällt, erhält man von $\lambda = 10—105°$ die Bedeckungswerte: 83, 71, 87, 66, 66, 70, 72, 68, 66, 57, 27, 0, 0, 7, 33, 53, 70, 83, 97.

λ	φ			
	60	55	50	45
50	16·3	16·1	14·6	12·1
55	15·3	16·4	16·2	13·0
60	13·5	15·8	17·0	14·4
65	11·4	14·2	17·1	16·3
70	9·5	11·7	15·4	17·7
75	7·7	9·0	12·6	16·7
80	6·5	6·6	9·7	13·1

Zu den für das Bogenstück von $\lambda = 60-80°$ E v. G. ermittelten Julitemperaturen am 40. und 35. Parallel gehören nachstehende Werte der morphogenen Diakrinen, bei denen auch das Minuszeichen wegbleibt:

φ	λ				
	60	65	70	75	80
40	17·7	21·5	23·0	21·3	17·3
35	18·1	20·0	20·6	18·2	13·7

Mit Hilfe dieser und der vorigen Werte läßt sich das Bild der morphogenen Isodiakrinen zeichnen. In den großen Zügen dieses Bildes: einem nach SE verlaufenden Rücken mit im Süden aufgesetzter Kuppe spiegeln sich die Umrisse des tibetanisch-russischen Meeres der Altdyas und die in mittleren Breiten stattfindende Einschaltung einer Zone raschen Gefälles in die gegen N absinkende Temperaturfläche[1] der

[1] Die jetzigen Julitemperaturen in dem Längenintervall von 40—100° E v. G. und in den drei Dritteln dieses Bogenstückes sind:

φ	40—100	40—60	60—80	80—100
60	18·3	18·1	18·0	18·7
55	20·4	20·3	20·0	20·9
50	23·5	23·1	23·3	24·2
45	25·9	25·2	26·2	26·1
40	30·5	28·4	32·6	30·4
35	32·4	33·4	33·4	30·4

Jetztzeit wieder. Zu Schlüssen über das Solarklima der Paläodyas lassen sich die früher ermittelten morphogenen Paläotemperaturen nicht verwerten, da die Geologie leider keine genügenden Anhaltspunkte für die Beurteilung der Wärmeverhältnisse jener Zeit ergibt. Ob die Fusuliniden in den nordischen Meeren während der Vereisung Indiens lebten, bleibt ungewiß und das Gletscherphänomen übertrifft in bezug auf Eurythermie fast noch die thermisch anpassungsfähigsten Organismen. Nachdem sich jetzt die Enden von nicht ins Meer vorstoßenden Gletschern bei mittleren Jahrestemperaturen von —10·0° bis +10·0° finden, besagt das Vorkommen von Glazialspuren in thermischer Hinsicht nicht mehr, als daß an ihrem Bildungsorte zu ihrer Bildungszeit die Mittelwärme innerhalb dieser weiten Grenzen lag. Man darf nicht hoffen, stets geologische Begleiterscheinungen zu treffen, durch die dieser große thermische Spielraum eingeschränkt würde.

Hätte die Hochsommerwärme an dem ins Meer gelangten Gletscher des indischen Salzgebirges gleich jener an den Stirnen des Muirgletschers und des Eisstromes in der Lagune von San Rafael 14·0° betragen, so ergäbe sich bei zeitlichem Zusammenfallen der indischen Vereisung mit der Fusulinenherrschaft in den nordischen Meeren — die für diese eine Sommerwärme von 24·0° voraussetzen läßt — folgende Sachlage:

	Nordisches Fusulinenmeer, mittlerer Teil	Stirnrand des Gletschers der Salzkette
Geographische Breite	60	33
Orthotemperatur	24	14
Morphogene Paläotemperatur	2	15
Allogene Diakrine	+22	—1

Über dieses Resultat, daß ein Wärmevorsprung von 10° in um 27° geringerem Polabstande, weil das paläogeographische Bild einen Temperaturrückstand von 13° ergibt, auf eine voraussichtlich solarklimatische Mehrbegünstigung um 23° hinweist, könnten die Krustendreher ihre helle Freude haben. Dem, der ihren Ansichten zurückhaltend gegenübersteht, erscheint es nur als Zeichen, daß die geologischen Erfahrungen noch nicht

ausreichen, um die morphogenen Paläoisothermen den mit ihrer Konstruktion erstrebten Zweck erfüllen zu lassen: durch Feststellung der auf Rechnung geänderter Land- und Wasserverteilung zu setzenden Temperaturabweichungen von der Gegenwart zur Kenntnis der Größe und Verteilung von auf Änderungen des Solarklimas zu beziehenden thermischen Abweichungen zu gelangen und so zu ergründen, von welcher Art der solarklimatische Faktor war, dessen Veränderung jene letzteren Abweichungen bedingte.

Tafelerklärung.

Oberes Kärtchen: Die dick ausgezogenen Linien entsprechen den morphogenen Juliisothermen über Osteuropa und Westasien zur Zeit der Paläodyas auf Grund der für diese Zeit gegebenen Rekonstruktion von F. Frech.

Die punktierten Linien stellen — zum Vergleich der Breitenlagen — die jetzigen Jännerisothermen über dem südatlantischen Ozean südwestlich von Südafrika in nordhemisphärischer Orientierung dar. (Die Parallelkreise bleiben dieselben, die Meridiane bedeuten um 55° verminderte westliche Längen: 45° = 10° E v. G., 65° = 10° W v. G.)

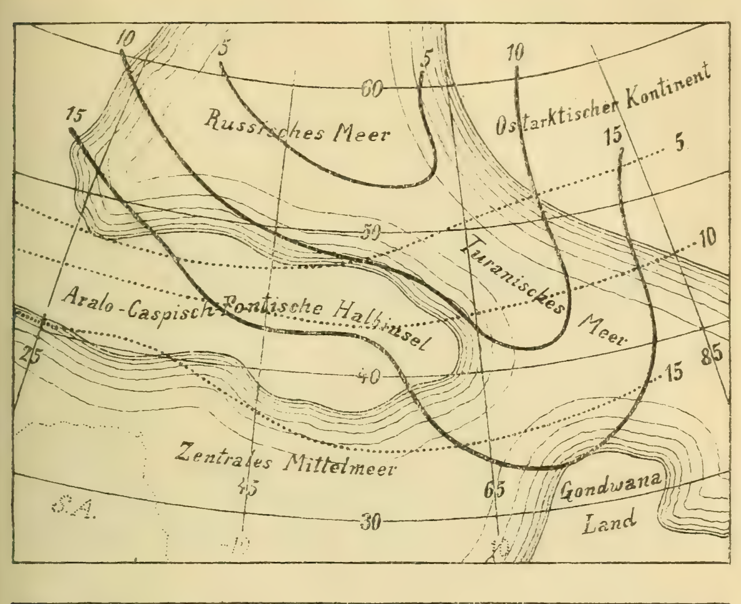
Der mit S. A. bezeichnete Raum in der Südwestecke des Kärtchens gibt für die gewählte Koordinatenorientierung die Lage der Südspitze Afrikas an.

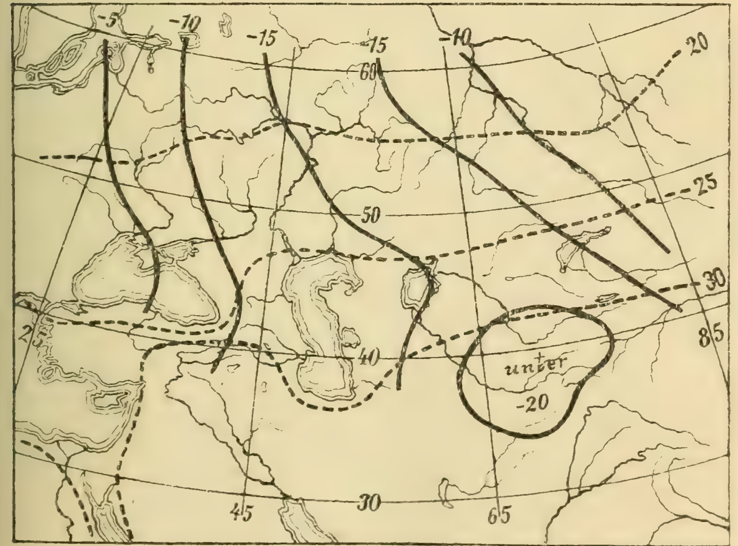
Unteres Kärtchen: Die dick ausgezogenen Linien entsprechen den morphogenen Isodiakrinen des Juli in Osteuropa und Westasien für die Paläodyaszeit auf Grund der Rekonstruktion von F. Frech.

Die gestrichelten Linien stellen die jetzigen Juliisothermen über dem eingezeichneten Gebiete dar.

Für die Schnittpunkte beider Liniensysteme sind die Paläoisothermen des oberen Kärtchens die geometrischen Orte.

F. Kerner v. Marilaun: Klimakomponente der permischen Eiszeit Indiens.







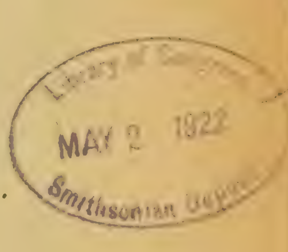
Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 4. und 5. Heft



(Mit 1 Tafel und 20 Textfiguren)

Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 4. und 5. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 4. und 5. Heft

Das Plasmamosaik in den Raphidenzellen der Orchideen *Haemaria* und *Anoectochilus*

Von

Hans Molisch
w. M. k. Akad.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien
(Nr. 103 der zweiten Folge)

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. März 1917)

Betrachtet man den Stengel oder den Blattstiel von *Haemaria discolor* (Ker.) Lindl. = *Goodyera discolor* Ker., so bemerkt man schon mit freiem Auge, noch besser mit der Lupe zweierlei helle Stellen: graue, relativ große, längliche Flecken und kleine runde, weißliche Pünktchen. Die ersteren stellen Spaltöffnungen mit den darunter liegenden Luftinterzellularen und die letzteren große Raphidenzellen dar. Es ist dies meines Wissens einer der wenigen derzeit bekannten Fälle, wo man am lebenden, intakten Objekt schon mit freiem Auge Raphidenbündel wahrnehmen kann. Sie finden sich nicht bloß in dem knapp unter der Oberhaut liegenden Rindenparenchym, sondern auch in der Nähe der Gefäßbündel.

Trägt man einen tangentialen Schnitt durch das Rindenparenchym des Stengels ab, so sieht man zahlreiche, längliche, polygonale Raphidenzellen im Gewebe und diese zeigen eine höchst auffällige Erscheinung, wie sie bisher, soweit ich die Literatur überschaue, bei keiner Raphidenzelle außerhalb der Familie der Orchideen beobachtet worden ist.[1]

[1] Fuchs A., Untersuchungen über den Bau der Raphidenzelle. Österr. botan. Zeitschr., 1898, Nr. 9.

Das hier vorhandene Protoplasma erscheint nicht als eine geschlossene, mehr minder homogene Haut, sondern als ein ungemein feines, aus scharf polygonalen Maschen bestehendes Netz, das den Eindruck eines zierlichen Mosaiks macht. Fig. 1. Dieses Netz kleidet die ganze innere Oberfläche der Zellhaut aus, liegt dicht an und besteht zumeist aus einer einzigen Schichte senkrecht zur Zellmembran stehender Kammern, wie man deutlich erkennen kann, wofern man auf die mittlere Ebene der Zelle einstellt.

An irgendeiner Stelle des Plasmas liegt der Zellkern. Der vom Plasmamosaik umschlossene Hohlraum ist ausgefüllt von homogen erscheinendem Schleim und dem darin eingebetteten Raphidenbündel.

Noch klarer wird der Bau dieser eigenartigen Zelle, wenn man mit zehnprozentiger Kalisalpeterlösung plasmolysiert. Das Plasma zieht sich dann von der Wand zurück, rundet sich aber nicht, wie dies gewöhnlich der Fall ist, dabei stark ab, sondern behält so ziemlich den Umriß der polygonalen Zelle bei. Das Plasmamosaik erscheint jetzt noch schärfer und der das Raphidenbündel umgebende Schleim deutlicher. Fig. 2.

Der Umstand, daß das Plasma bei der Plasmolyse sich nicht in der gewöhnlichen Weise abrundet, sondern noch den polygonalen Umriß der Zelle erkennen läßt und behält, verdient besonders hervorgehoben zu werden, da ich diese Erscheinung noch nicht beobachtet habe. Sie erklärt sich wohl durch die Annahme, daß das Gefüge des Plasmamosaiks relativ sehr fest ist und dem Abrundungsbestreben des Protoplasten entgegenwirkt. Die Erscheinung ist auch bei gewöhnlichen Raphidenzellen zu beobachten, wenn auch nicht immer so deutlich wie bei *Haemaria*.

Eine eigentümliche Einwirkung übt zehnprozentige Sodalösung aus. Sie ruft Plasmolyse der Zelle hervor und gleichzeitig wird der früher hyaline Inhalt der polygonalen Hohlräume opak. Bei Druck auf das Deckglas oder nicht selten von selbst trennen sich in so behandelten Präparaten die Bausteine des Mosaiks voneinander und bilden ein Haufwerk scharf umschriebener Stücke, die genau den

Kammern des Plasmas entsprechen. Dasselbe erzielt man durch Behandlung mit konzentrierter Lösung von Natronlauge in Alkohol. Fig. 3.

Es handelt sich also in diesen Raphidenzellen nicht um ein vergängliches Schaum- oder Wabennetz des Plasmas, wie man es so häufig in wachsenden Pilzhyphen oder Pollenschläuchen sieht, sondern um eine stabil organisierte, ziemlich festgefügte Kammerung des Plasmas. Fig. 4 zeigt das Plasmamosaik im Querschnitt.

Fixierungsmittel, wie einprozentige Essigsäure, einprozentige wässerige Sublimatlösung, Pikrinsäure und Jodjodkaliumlösung lassen das Plasmanetz sehr deutlich erscheinen. Die besten Dienste leistete mir eine Jodjodkaliumlösung. Der von der Wand zurückgezogene Protoplast läßt darin die Kammerung überaus klar erkennen, desgleichen das von homogenem Schleim umhüllte Raphidenbündel.

Es sei ausdrücklich betont, daß bei scharfer Beobachtung das Plasmamosaik schon bei relativ schwacher Vergrößerung (250) in der lebenden intakten Zelle zu sehen ist und daß es sich also nicht etwa um eine durch die angeführten Reagentien hervorgerufenes Kunstprodukt handelt. Die Maschenweite beträgt bis 22 μ.

Das Plasmanetz findet sich ausnahmslos in allen Raphidenzellen von *Haemaria discolor* und stellt mithin eine wesentliche Organisation dieser Zellen dar. Ob diese merkwürdige stabile Kammerung des Plasmas mit der Schleimbildung oder mit irgend einer anderen Funktion zusammenhängt, vermag ich nicht bestimmt zu sagen.

Wenn man aber bedenkt, daß die Raphidenzelle eine Sekretzelle par excellence ist, und daß sie die Aufgabe hat, Schleim und oxalsauren Kalk abzuscheiden, so wird es nicht unwahrscheinlich, daß es sich in dem Plasmamosaik um einen sekretorischen Apparat handelt, der mit der Schleimabsonderung irgend etwas zu tun hat. Auffallend bleibt allerdings, daß bei anderen Schleim- und Raphidenzellen ähnliche sichtbare Strukturen des Plasmas nicht zu sehen sind.

Schultze hat in der später angeführten Arbeit gleichfalls die Ansicht ausgesprochen, daß der alveolare Plasmasaum in

der Kutikula der Larven gewisser Frösche und Kröten einem Sekretionsvorgang dient.

Es wurde früher erwähnt, daß in den lebenden Zellen das Plasma als polygonales Maschennetz erscheint, daß aber der Inhalt der vom Plasma umschlossenen Kammern hyalin ist. Durch gewisse Reagentien wie Soda und alkoholische Natronlauge wird der Inhalt opak. Die Kammern des alveolaren Saumes stellen Vakuolen dar; durch die erwähnten Reagentien wird das sie umhüllende Plasma getötet und dadurch erhalten sie ein anderes Lichtbrechungsvermögen und werden eben matt.

Bei der Einwirkung von zehnprozentiger Sodalösung konnte ich dieses Opakwerden und die damit oft verbundene Trennung der einzelnen Mosaikpolygone in dem Augenblick beobachten, in dem die Sodalösung plötzlich in den Protoplasten eindringt und die Plasmahaut zum Absterben bringt.

Wenn man die Zellen mit zehnprozentiger Kupfersulfatlösung mehrere Stunden behandelt und dann in zehnprozentiger Kalilauge einlegt, so treten die Mosaikteile gleichfalls oft aus dem Verbande und werden dadurch ungemein deutlich.

Es war von vorneherein nicht unwahrscheinlich, daß die verwandte Gattung *Anoectochilus* gleichfalls das Plasmamosaik in den Raphidenzellen besitzen dürfte. Leider gehört *Anoectochilus* zu den tropischen Orchideen, die sehr selten kultiviert werden und auch in botanischen Gärten nicht immer anzutreffen sind, obwohl die Pracht ihrer Blattzeichnung mit ihren Silber- und Goldadern das Entzücken jedes Pflanzenfreundes hervorrufen muß. Man möchte sie geradezu die Kolibris des Pflanzenreiches nennen. Es ist verblüffend, mit welch einfachen Mitteln die Natur diese herrliche Zeichnung im Blatte erreicht: Anthokyan, Chlorophyll und Luft sind die Elemente, mit denen sie abwechselnd arbeitet und so herrliche Farbentöne erzielt.

Das Anthokyan fand ich (im Winter) bei *Haemaria discolor* in vielen Zellen nicht bloß in Lösung, sondern auch in körnigen roten Ballen oder unregelmäßigen Klumpen aus-

geschieden, wie ich dies seinerzeit auch bei anderen Pflanzen beschrieben habe.[1]

Trotz der Seltenheit dieser Orchideen war es mir vergönnt, noch einige Arten der Gattung *Anoectochilus* zu untersuchen, und zwar je eine Blattspreite von *A. setaceus*, *A. rubrovenia* (= *Haemaria*) *A. Rollissonii* und Sprosse von *A. Veitchianus* (= *Macodes petala*) und *A. Dawsonianus* (= *Haemaria Dawsoniana*).

Bei allen fünf Arten konnte ich das Plasmamosaik in den Raphidenzellen feststellen, und da sich diese im wesentlichen so verhalten wie die von *A. discolor*, so sei auf das Gesagte einfach verwiesen.

Am dankbarsten erwiesen sich mir für die Untersuchung *Haemaria discolor* und *A. Veitchianus*. Hier fand ich die Verhältnisse am deutlichsten, auch ist gerade erstere Art in botanischen Gärten am häufigsten anzutreffen und daher leicht erhältlich.

Bei anderen Orchideen, die ich untersuchte, fand ich in den Raphidenzellen das beschriebene Plasmamosaik nicht. Es waren dies: *Microstylis Rhedii*, *Nephellophyllum pulchrum*, *Maxillaria densa*, *M. variabilis*, *Oncidium microphyllum*, *Cyrtochilum bictoniense* (= *Odontoglossum bictoniense* Lindl.), *Sarcanthus rostratus*, *Coelogyne cristata*, *Cattleya Brownia* und *Liparis longipes*. Es ist aber nicht unmöglich, daß eine nähere Umschau bei den nächsten Verwandten von *Haemaria* und *Anoectochilus* innerhalb der *Monandrae* — *Neottiinae* — — *Physureae* und den zunächst stehenden noch weitere Beispiele von Plasmamosaik liefern könnten.

In der Tat belehrten mich nach dem Abschluß meiner Arbeit weitere Literaturstudien, daß in den als Salep verwendeten Knollen von *Orchis purpurea*, *O. latifolia* und *Ophrys*-Arten das Plasmanetz von A. Meyer[2] gleichfalls gesehen

[1] Molisch H., Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan. Botan. Ztg., 1905, p. 145.

[2] Meyer A., Über die Knollen der einheimischen Orchideen. Archiv der Pharmazie. CCXXIV. Bd., 65. Jahrg. (1886), p. 325 bis 330.

und beschrieben wurde. Er fand für *Orchis purpurea*, daß alle Schleimzellen aus den mittleren Regionen der Knolle, also alle diejenigen, deren Schleim später resorbiert wird, auf ihrer Wandung ein eigentümliches Netz aufweisen und er bemerkt ganz richtig, daß dieses Netz »ein Netz aus Plasma« und kein Netz im Plasma ist. Das Netz dient sogar als diagnostisches Merkmal für Salepschleimzellen.[1]

Ich habe Gelegenheit gehabt, Anfang März aus der Erde ausgegrabene Knollen von *Ophrys aranifera*[2] in lebendem Zustande zu untersuchen und das Plasmanetz hier auch in den Raphidenzellen zu beobachten. Das Netz fand ich am deutlichsten in der jungen, für das nächste Jahr bestimmten Knolle, auch in den Raphidenzellen der jungen Blattscheiden, hingegen war das Netz in dem ausgebildeten, im vergangenen Jahre angelegten Knollen und in den Wurzeln seltener oder gar nicht zu sehen.

Im allgemeinen fand ich das Netz bei *Ophrys aranifera* in den ganz jungen Raphidenzellen, in den ausgewachsenen aber nicht oder nur schwach angedeutet. So waren die Raphidenzellen knapp hinter der Wurzelspitze mit einem prägnanten Plasmanetz versehen, einige Zentimeter dahinter aber nicht.

Hierdurch unterscheiden sich die Raphidenzellen der *Ophrys aranifera* von denen der *Haemaria* und *Anoectochilus*. An den letzteren ist das Netz immer deutlich erkennbar. Hier bildet es, soweit meine Beobachtungen reichen, stets einen dauernden Bestandteil der Raphidenzelle.

Eine systematische Untersuchung unserer einheimischen Erdorchideen wird höchstwahrscheinlich ergeben, daß das Plasmanetz noch viel verbreiteter sein dürfte, als bisher festgestellt wurde.

---

[1] Tschirch A., Handbuch der Pharmakognosie, 1. Abt., 1912, p. 381 bis 382; Koch L., Die mikroskopische Analyse der Drogenpulver. 2. Bd., 1903, p. 91 und Taf. XVI, Fig. V.

[2] Für die Beschaffung des Materiales bin ich dem Assistenten am pharmakognostischen Institut, Herrn Christian Wimmer, zu großem Danke verpflichtet.

Bei der weiteren Suche nach Plasmanetzen in den Raphidenzellen bei anderen monokotylen Familien stieß ich auf eine besondere Eigentümlichkeit des Schleimes der Raphidenzellen im Stamme von *Dracaena* und *Aletris*, die erwähnt zu werden verdient.

Wenn man die genannten Zellen von *Dracaena reflexa* — am besten die des Stammrindenparenchyms — mit einer mäßig konzentrierten Lösung von Jodjodkalium behandelt, so erscheinen im Schleim zahlreiche, dicht nebeneinander liegende, runde Körper, die sich rotbraun färben. Fig. 5.

Sehr deutlich sind diese Körperchen zu sehen, wenn man den etwa bleistiftdicken Stengel quer durchschneidet, den Inhalt der Raphidenzellen durch einen kräftigeren Druck direkt auf den Objektträger herausquetscht und rasch mit Jodjodkalium behandelt. Der ganze Schleim erscheint dann von Hunderten rotbrauner Scheibchen durchsetzt und wie punktiert. Dieses Präparat hat auch eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Mosaik, allein dieses besitzt einen ganz anderen Charakter als das von *Haemaria*; es ist auch kein Plasmamosaik, sondern kommt einfach dadurch zustande, daß hier runde Körperchen im Schleim dicht eingebettet sind.

Das vorhin erwähnte Ausquetschen des Zellinhaltes bietet ein ebenso einfaches als bequemes Mittel dar, den Bau der Raphidenzelle klar zu überschauen. Der aus der Zellhülle ausgeschlüpfte Inhalt zeigt noch den ursprünglichen Umriß der Zelle, die Plasmaschicht, die Schleimvakuole, den Zellkern und, wie bereits bemerkt, nach Behandlung mit Jodjodkalium sehr schön die erwähnten Inhaltskörper des Schleims.

Noch klarer treten diese unter der Einwirkung von wässeriger Kongorotlösung hervor, indem sie sich tiefrot färben. Auffallenderweise sind die Körperchen im ungefärbten, intakten Schleim kaum oder gar nicht sichtbar.

Die scheibenförmigen Einschlüsse haben eine elliptische oder kreisförmige Gestalt. Stehen die Scheibchen auf der Kante, so erscheinen sie spindel-, faden- oder strichartig. Quetscht man sie, so können sie die verschiedensten Formen

annehmen; sie können dann zu Fäden, Spindeln oder unregelmäßigen Gestalten ausgezogen werden (Fig. 6); ein Beweis, daß sie aus einer plastischen, festweichen Substanz bestehen, die selbst schleimige Konsistenz hat, jedoch von dem homogenen Schleim der Raphidenzelle doch verschieden sein muß.

Der größte Durchmesser dieser im Schleim eingebetteten Körperchen schwankt, wenn sie nicht gedrückt und ausgezogen werden, also Scheibenform behalten, zwischen Bruchteilen von 1 μ bis 40 μ.

Während Kongorot die Scheibchen des Schleims ausgezeichnet färbt, hat Hämatoxylin, Anilinblau und Safranin diese Fähigkeit nicht oder nur in geringem Grade.

Dracaena arborea hat auffallend lange Raphidenzellen in der Stammrinde und auch diese zeigen runde Einschlüsse; doch sind diese viel kleiner und färben sich mit Jodjodkaliumlösung braun bis braunviolett. Es handelt sich hier wahrscheinlich um ein der Stärke oder dem Dextrin nahestehendes Kohlehydrat.

Dracaena Draco hat breitere, aber viel kürzere Raphidenzellen, verhält sich aber sonst ähnlich wie *Dracaena arborea*. Die Einschlüsse des Schleims färben sich auch braunviolett oder braunrot.

Aletris fragrans zeigt bezüglich der Einschlüsse des Schleims ähnliche Verhältnisse wie *Dracaena reflexa*.

Es wurde früher betont, daß das Plasmamosaik, wie es bei den Raphidenzellen gewisser Orchideen von mir beschrieben wurde, zu den größten Seltenheiten gehört, ja in seiner Art vielleicht allein dasteht. Das Plasma im Endosperm vieler Samen und im Speichersystem vieler Zwiebelschuppen (Tulpen etc.) besteht allerdings auch aus einem deutlichen Netzwerk mit runden oder polygonalen Maschen; aber hier verhält sich die Sache doch insofern anders, als das Netzwerk hier durch die Einlagerung der Stärkekörner oder Aleuronkörner in das Plasma zustandekommt. Das Plasmanetz tritt mit wunderbarer Schärfe hervor, wenn man Schnitte durch das Endosperm reifer Samen von *Zea mais*, *Secale cereale*, *Triticum vulgare*, *Avena sativa* oder *Lupinus*-Arten mit zehn-

prozentiger Kalilauge behandelt. Die Stärkekörner verquellen in den Getreidesamen zu einer homogenen Masse und gleichzeitig tritt das Plasma, welches jedes Stärkekorn als dünnes Häutchen umhüllt, als ein ungemein scharfes Netz hervor. Für die Darstellung derartiger Plasmanetze eignen sich besonders Mais und Lupine.

Die einzelnen Maschen stellen die Plasmahüllen der Stärke, beziehungsweise der Aleuronkörner dar, das Plasmamosaik ist hier einfach eine Folge der im Plasma eingelagerten Inhaltskörper. Bei den Raphidenzellen von *Anoectochilus* und *Haemaria* aber handelt es sich um ein Mosaik, das dem Plasma, unabhängig von festen Inhaltskörpern eigentümlich ist.

Vergleichbar mit dem Raphidenzellmosaik erscheint die Kammerung des Plasmas in den Zellen von *Cladophora*-Arten. »Die Zellen sind im Innern von Zellsaft erfüllt, der von farblosen, äußerst dünnen Plasmaplatten durchsetzt wird, die, von dem Wandbelag ausgehend, den Saftraum in unregelmäßige, verschieden große, polygonale Kammern zerlegen.«[1] Auch hier handelt es sich um Kammern, d. h. um Vakuolen, die von Plasmaplatten umschlossen sind.

Ein ähnlicher alveolarer Plasmasaum wie in den Raphidenzellen der genannten Orchideen kommt auch im Tierreich, wenngleich selten, vor. Mein verehrter Kollege, der Zoologe Hofrat Prof. Dr. K. Grobben, hatte die Güte, mich auf eine einschlägige Arbeit von O. Schultze[2] aufmerksam zu machen, wofür ich ihm bestens danke.

Bei den Larven mancher anuren Amphibien, besonders bei den Larven von *Pelobates fuscus* (Knoblauchkröte) findet sich in den Deckzellen der Cuticula als peripherer äußerer Saum ein alveolares Gitternetz, das mit dem von *Haemaria* und *Anoectochilus* eine gewisse Ähnlichkeit hat. Es gibt sich als ein aus wabenartigen, nebeneinander gereihten Alveolen aufgebauter Saum zu erkennen.

---

[1] Strasburger E. und Koernicke M., Das Botan. Praktikum. 5. Aufl., Jena 1913, p. 402.

[2] Schultze Oskar, Über den Bau und die Bedeutung der Außencuticula der Amphibienlarven. Archiv für mikroskopische Anatomie etc. 69. Bd., Bonn 1907, p. 544 bis 562.

Bei aller Ähnlichkeit mit den erwähnten Plasmanetzen der Endospermzellen, der *Cladophora* und der Kutikularzellen von Amphibienlarven ergibt sich doch als Besonderheit des Plasmamosaiks der Raphidenzellen der beiden untersuchten Orchideengattungen *Haemaria* und *Anoectochilus*, daß seine Kammern insofern einen hohen Grad von Selbständigkeit haben, als sie sich durch bestimmte Mittel voneinander isolieren lassen. In dieser Beziehung ist dieses Plasmamosaik einzig in seiner Art und liefert ein schönes Beispiel dafür, daß das Protoplasma einen hohen Grad von Organisation erreichen kann, die schon bei schwachen Vergrößerungen zu beobachten möglich ist.

Zusammenfassung.

1. Die Raphidenzellen der Orchideengattungen *Haemaria* und *Anoectochilus* haben nicht, wie dies sonst bei Pflanzenzellen der Fall ist, einen mehr oder minder homogenen Plasmaschlauch, sondern das Plasma bildet einen der Zellwand dicht anliegenden, einschichtigen Saum von relativ großen Kammern oder Vakuolen. Das Plasma erscheint daher in der Vollansicht als ein zierliches, großmaschiges Netz, als ein Mosaik, und in der Seitenansicht, z. B. im Querschnitt der Zelle, als ein gekammerter Schlauch. Es handelt sich hier nicht um einen labilen, wabigen Bau im Sinne von Bütschli, sondern um einen stabilen, dauernden Bestandteil der Zelle, wie er in dieser Art bisher in Zellen höherer Pflanzen nur bei den als Salep beschriebenen Knollen von *Orchis* und *Ophrys* beobachtet worden ist.

Durch Behandlung mit zehnprozentiger Sodalösung oder konzentrierter alkoholischer Natronlauge gelingt es, die polygonalen Vakuolen des Mosaiks zu isolieren. Es geht daraus der hohe Grad von Selbständigkeit der einzelnen Kammern des Plasmaschlauches deutlich hervor.

2. Vorläufig konnte ein derartiges Plasmamosaik nur bei den genannten Orchideengattungen festgestellt werden; weder bei anderen Gattungen in der Familie der Orchideen noch in

denen anderer monokotyler und dikotyler Familien wurde in den Raphidenzellen bisher etwas Ähnliches aufgefunden.

3. Die Raphidenzellen in der Stammrinde von *Dracaena*- und *Aletris*-Arten enthalten in ihrem Schleim zahlreiche dicht gelagerte Scheibchen eines schleimartigen, vielleicht der Stärke oder dem Dextrin nahestehenden Körpers, der in der intakten lebenden Zelle nicht oder nicht deutlich zu sehen ist, durch Jodjodkalium oder Kongorotlösung aber leicht ausgefärbt und sichtbar gemacht werden kann.

Erklärung der Tafel.

Die Fig. 1 bis 4 beziehen sich auf *Haemaria discolor.*

Fig. 1. Raphidenzelle in der Längsansicht, lebend. Sie zeigt die Zellwand *z*, das Plasmamosaik *m*, den Zellkern *n* und das in Schleim eingebettete Raphidenbündel *r*.

» 2. Raphidenzelle in der Längsansicht auf die Mediane eingestellt. Das Plasmamosaik *m* von der Wand *z* zurückgezogen und im Profil gesehen. *s* Schleim, *r* Raphiden, *n* der Zellkern. Nach Behandlung mit zehnprozentiger Kalisalpeterlösung.

» 3. Raphidenzelle nach Einwirkung konzentrierter alkoholischer Natronlauge. Das Plasmamosaik wird deutlicher und zerfällt (unten) in seine einzelnen Bestandteile *m*.

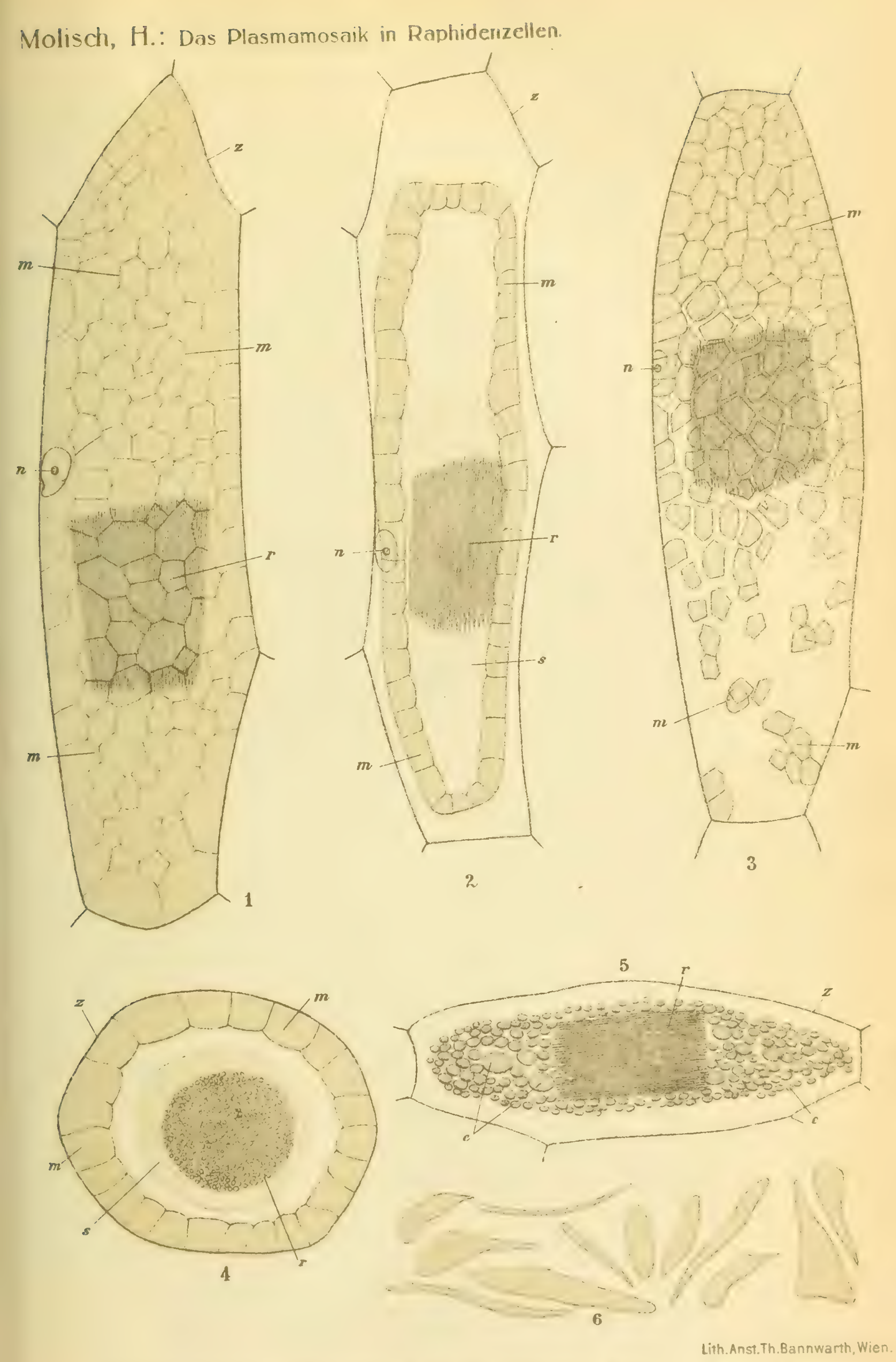
» 4. Raphidenzelle quer durchschnitten und mit Jodjodkaliumlösung fixiert. Der Plasmaschlauch *m* liegt der Zellwand *z* innig an. Er besteht aus den zu einem Ring angeordneten Kammern *m*. Im Zentrum liegt das vom Schleim *s* umhüllte Raphidenbündel *r*.

» 5. *Dracaena Draco.* Raphidenzelle nach Behandlung mit Jodjodkaliumlösung. Die zahlreichen Einschlüsse *e* des Schleims erscheinen als runde, dicht gelagerte Scheibchen. Die periphere Zone des Schleims, die mit dem Plasma der Zellwand *z* anliegt, ist frei von diesen Einschlüssen. *r* Raphidenbündel.

» 6. Einzelne der in Fig. 5 erwähnten, festweichen Einschlüsse, durch mäßigen Druck in verschiedenen Formen ausgezogen.

Vergrößerung bei allen Figuren beiläufig 280.

Molisch, H.: Das Plasmamosaik in Raphidenzellen.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Eine Lepidopterenausbeute aus dem Amanusgebirge (Alman Dagh)

Von

Prof. Hans Rebel

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Februar 1917)

Herr Prof. Dr. Franz Tölg unternahm im Jahre 1914 eine entomologische Studienreise in das Amanusgebirge, zu deren Ausführung ihm die Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien eine Subvention gewährt hatte.

Über Ersuchen Prof. Tölg's wurde im Nachstehenden der lepidopterologische Teil seiner Ausbeute, welcher an das k. k. Naturhistorische Hofmuseum gelangte, einer wissenschaftlichen Verwertung zugeführt.

Eine solche erscheint nach mehreren Gesichtspunkten von Interesse: Erstens liegt über das Amanusgebirge noch keine zusammenhängende faunistische Publikation vor. Zweitens befindet sich in der Ausbeute eine Anzahl neuer Arten (4) und Formen (4), deren Publikation am besten im Zusammenhange mit den übrigen von dort sichergestellten Arten erfolgt. Drittens gestattet die vorliegende Ausbeute auch über den Faunencharakter des Gebietes wenigstens einige allgemeine Andeutungen zu machen, was in einem gesonderten Abschnitt geschehen soll.

Aus dem Reisediarium Prof. Tölg's seien vorerst nachstehende Angaben gemacht: Die Reise wurde am 18. April 1914 von Haidar Pascha über Eski Chehir, Konia nach Kushdjular (Taurusgebiet, 22. bis 25. April) angetreten und nach einem Ausflug von Adana nach Mersina und nach Eregli, am 2. Mai Jarbaschi als Standquartier gewählt.

Dieser Ort liegt in zirka 550 *m* Seehöhe in der XI. Sektion der Bagdadbahn. Von Jarbaschi aus wurde das Amanusgebirge nach verschiedenen Richtungen durchforscht. Die Namen jener Lokalitäten, an welchen lepidopterologische Aufsammlungen stattfanden, folgen sohin in alphabetischer Reihenfolge:

Aladjaia (1800 *m*), 24. Juni, 11. Juli.
Aolugh (bei Chanziri), 8. Juni.
Atykkoj (850 *m*), 30. Mai, 1. Juni.
Bagdje (630 *m*), 27. Juni.
Chanziri, 15. Mai, 9. Juni.
Charunje, 29. Juni.
Das Dagh (Kurtlu Dagh) bei Alexandrette, 7. Juni.
Das Dagh (Kösut Dagh) bei Jarpuz, anfangs Juni.
Dümanle Dagh (2160 *m* Gipfelhöhe), 3. und 10. Juni.
Entili, 9. bis 10. Mai, am Ostrande des Gebirges.
Göksun (1420 *m*), 16. Juli.
Jarbaschi (550 *m*), Standquartier.
Jarpuz (Djebel Bereket), 1. und 11. Juni.
Marasch (750 *m*), 22. bis 25. Juni, 2. bis 9. Juli.
Schechle (450 *m*), 11. bis 14. Mai.
Toprokale, 26. Mai.

Am 28. Juli wurde über Alexandrette—Beirut die Heimreise nach Triest angetreten.

Nach Prof. Tölg's mündlichen Mitteilungen über die Vegetationsverhältnisse finden sich in den feuchten Schluchten des Dümanle Dagh noch hochstämmige Buchenwälder. Auf den dem Meere zugewendeten Seiten des Gebirges treten auch Edeltannen und Zedern auf. Die Baumgrenze reicht bis 1900 *m*.

Als das schönste und vegetationsreichste Tal wird Chanziri bezeichnet. Die besten lepidopterologischen Aufsammlungen rühren jedoch von Entili und dem Das Dagh bei Alexandrette her.

Zum Faunencharakter des Amanusgebirges.

Schon seiner geographischen Lage nach erscheint das Amanusgebirge (Alma Dagh, Almanus der Alten) als ein

Grenzgebiet zwischen den westöstlich streichenden Ketten des cilikischen Taurus und dem Bruchrande der syrischen Küste. Die Erhebungen des Almanusgebirges sind noch beträchtlich und kulminieren im Dümanle Dagh in 2160 *m* Seehöhe.

Die vorliegende Lepidopterenausbeute von 222 Arten kann selbstredend nur ein sehr lückenhaftes Faunenbild des Gebietes gewähren, dessen Hauptzüge sich aber doch schon erkennen lassen.

Endemische Formen dürften kaum vorhanden sein, denn die hier als neu beschriebenen Arten und Lokalrassen werden sich wahrscheinlich auch im nördlicher gelegenen Taurusgebiet auffinden lassen.

Zur Charakterisierung des Gebietes können daher nur jene Arten herangezogen werden, welche eine gesicherte Arealbegrenzung innerhalb des Gebietes finden.

Arten, welche nun eine Südgrenze ihrer Verbreitung im Amanusgebirge finden, sind folgende:

Pieris Krueperi Stgr.
Melitaea arduinna Esp.
» *collina* Led.
Argynnis daphne Schiff.
Satyrus circe F.
» *anthelea* Hb.
» *beroë* Frr.
Thestor nogelii Frr.
Chrysophanus dorilis Hufn.
Cigaritis cilissa Led.
Lycaena sephyrus Friv.
» *amandus* Schn.
» *admetus* Esp.
» *poseidon* HS.
» *coelestina* Ev.
Hesperia sidae Esp.
Agrotis orbona Hufn.
Scoliopteryx libatrix L.
Thalpochares Wagneri Hs.
Catocala lupina HS.
Acidalia filacearia Hs.
Anaitis boisduvoliata Dup.
Metrocampa margaritata L.
Perconia strigillaria Hb.
Prorcris chloros Hb.
» *geryon* Hb.
Scoparia ochrealis Schiff.
Evergestis umbrosalis FR.
Titanio sericatalis Hs.
Pleurota metricella Z.
» *galaticella* Stgr.
Rhodobates laevigatellus HS.

Diesen 32 Arten, welche beiläufig 14% der in der Ausbeute vertretenen Arten ausmachen, steht keine einzige Art entgegen, welche innerhalb des Amanusgebirges eine Nordgrenze ihrer Verbreitung finden würde. Nur die (schwach

differenzierte) Form *syriaca* Stgr. von *Satyrus hermione* L. wurde bisher nördlicher nicht nachgewiesen. Selbst Arten, welche eine ursprünglich syrische Herkunft zu besitzen scheinen, wie *Melanargia titea* Klug, *Satyrus telephassa* Hb., *Problepsis ocellata* Friv. u. a. reichen in ihrer Verbreitung bis in das südliche Taurusgebiet oder selbst bis Kurdistan.

Wenn schon nach dieser Arealbegrenzung der Arten kein Zweifel bestehen kann, daß das Amanusgebirge faunistisch nur einen südwärts vordringenden Posten des kleinasiatischen Berglandes, beziehungsweise der taurischen Bergketten darstellt, so bestätigt dies insbesondere eine nähere Betrachtung charakteristischer montaner Formen, welche sich ebenfalls in gleicher Ausbildung im Taurus und Amanus finden. So tritt *Parnassius mnemosyne* L. in beiden Gebirgsterritorien in der Form *sheljuzhkoi* Bryk auf, *Colias aurorina* Hs. ebenso in der Form *taurica* Rbl. Auch die hochmontane *Titanio sericatalis* Hs. wurde von Marasch (Taurus) und Dumanle Dagh (Amanus) bekannt. Aber auch in tieferen Lagen vorkommende Lokalrassen des Taurusgebietes und von Kurdistan treten in gleicher Form im Amanusgebiet auf, wie *Argynnis paphia delila* Röb., *Melanargia larissa syriaca* Obthr., *Satyrus pelopea kurdistana* Stgr., *Thestor nogelii obscura* Rühl, *Procris chloros chloronota* Stgr.

Nach allem erscheint die faunistische Zugehörigkeit des Amanusgebirges zum kleinasiatischen Bergland gesichert und eine nähere Beziehung zu den syrischen Randgebirgen nicht zu bestehen.

Es folgt sohin eine systematische Aufzählung der Arten:

Papilionidae.

1. **Papilio podalirius (L.) zanclaeus Z.** — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1 *a*.

Ein am 31. Mai in Das Dagh bei Alexandrette erbeutetes männliches Stück zeigt den Hinterleibsrücken gegen die Basis noch schwärzlich bestäubt.

2. **Papilio alexanor (Esp.) orientalis** Rom. — Verity, Rhop. Pal., p. 9, 294, pl. 60, Fig. 8 (♀).

Zwei ♂ und ein ♀ vom Das Dagh bei Alexandrette am 31. Mai erbeutet, sowie ein ♂ von Aolugh am 8. Juni erbeutet.

Die Stücke besitzen ziemlich breite Querbinden und sehr tief gezackten Saum der Hinterflügel. Die Grundfarbe des großen ♀ ist sehr lichtgelb. *Maccabaeus* Stgr. ist von *Orientalis* gewiß nicht als Rasse zu trennen.

Die Balkanform *magna* Verity ist die größte und die bestgezeichnete aller *alexanor*-Rassen.

3. **Papilio machaon** (L.) **sphyrus** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4 *h*.

Ein ♂ von Jarbaschi und ein großes ♀ von Jarpuz (Djebel Bereket) am 11. Juni erbeutet.

4. **Thais cerisyi** (God.) **Deyrollei** Obthr. — Stgr et Rbl., Cat. Nr. 9 *a*.

Zwei ♂ von Entili, 10. Mai, und ein ♀ von Jarbaschi, 5. Mai.[1]

5. **Parnassius mnemosyne** (L.) **Sheljuzhkoi**. — Bryk, Soc. Entom., XXIX (1914), p. 62, Fig. 32 (♀), 33 (♂) (p. 43), Fig. 43 (♀), (p. 62).

Eine Serie frischer Stücke (17 ♂, 1 ♀) wurde am 31. Mai in Das Dagh (Kurtlu Dagh) bei Alexandrette erbeutet. Ein einzelnes, ganz übereinstimmendes ♀ trägt die Bezeichnung »Jarbaschi«.

Die *Mnemosyne*-Form aus dem Amanusgebirge läßt sich von jener aus dem cilikischen Taurus, welche Bryk (l. c.) als *Sheljuzhkoi* bekannt gemacht hat, nicht trennen.

---

[1] Aus dem Taurusgebiet liegen ein in Eregli Ende April erbeutetes, stark geflogenes ♂ von *Doritis apollinus* Hbst. und ein ♂ von *Parnassius apollo* (L.) *levantinus* Rothsch. von Fundeskbunar vor. Letzteres Stück erhielt Prof. Tölg von dem bekannten Botaniker Siehe, nach dessen Angabe *P. apollo* auch im Amanusgebirge am Düldül Dagh vorkommen soll.

Sie führt, wie alle asiatischen Rassen von *P. mnemosyne*, eine sehr deutliche, aus sechs weißen Flecken bestehende Querbinde im glasigen Saum der Vorderflügel, wie eine solche auch bei mitteleuropäischen Stücken als Rückschlag auf einen ursprünglicheren, vollständigeren Zeichnungstypus auftritt (ab. *lunulatus* Bryk = *maculata* Kammel). Der innere Teil der glasigen Binde ist — in Übereinstimmung mit den Angaben von Bryk — zwischen Ader M_1 und M_2 deutlich geeckt. Dagegen ist das Innenrandsfeld der Hinterflügel in sehr wechselnder Ausdehung schwarz bestäubt. Einzelne Stücke gehören der ab. *intacta* Krul an, andere führen einen deutlichen schwarzen Staubfleck nach dem Zellenschluß auf den Hinterflügeln. Ein ♂ gehört zu ab. *semifascieta* Hirschke. Die beiden vorhandenen ♀ entsprechen der Abbildung Fig. 32 bei Bryk, nur zeigen sie am Schluß der Mittelzelle der Hinterflügel eine viel größere, fünfeckige, schwärzliche Makel.

Ein von H. Bang-Haas unter dem Namen *antitauricus* Fr. von Hadjin zur Ansicht erhaltenes Pärchen stimmt mit der vorliegenden Amanusrasse ganz überein.

Von den ebenfalls »lunulaten« Rassen *athene* Stich aus Griechenland und *nubilosus* Chr. aus Persien unterscheidet sich die vorliegende, schwach differenzierte Amanusrasse durch durchschnittlich etwas kleinere schwarze Zellflecke der Vorderflügel, von welchen der vordere oft vom Vorderrand der Zelle getrennt bleibt und niemals den Innenrand derselben erreicht.

Die aus Syrien (Libanon) bekannt gewordene Form *libanotica* Bryk (l. c., p. 68, Fig. 37, 38) ist eine andere, größere, kräftigere, stark an die zentralasiatische var. *gigantea* Stgr. erinnernde Rasse, zu der wohl *syra* Verity (Rhop. Pal. p. 321, pl. 65, Fig. 5 ♂ von Hermon) als prioritätsberechtigte, kleinfleckige Aberration gehört.

Pieridae.

6. Aporia crataegi L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 38.

Ein Pärchen aus dem Das Dagh bei Alexandrette Ende Mai erbeutet.

7. **Pieris brassicae** (L.) **catoleuca** Röb. in Seitz, Gr. Schm., p. 45, Taf. 19*e*; Verity Rhop. Pal., p. 163, pl. 35, Fig. 12, 13 (♀).

Nur ein sehr großes ♂ vom Das Dagh bei Alexandrette, Ende Mai erbeutet.

8. **Pieris Krueperi** Stgr. — Röb. in Seitz, Gr. Schm., p. 45, Taf. 20*b*; Verity, Rhop. Pal., p. 150, pl. 33, Fig. 10 bis 17.

Ein großes frisches ♂ in Jarbaschi, 5. Mai.

9. **Pieris daplidice** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 57.

Mehrere weibliche Stücke von Jarbaschi, Entili und Marasch, anfangs Mai bis Ende Juni.

10. **Euchloë belia** Cr. — Verity Rhop. Pal., p. 173, pl. 36, Fig. 16 bis 34, pl. 49, Fig. 15, 16; pl. 50, Fig. 8 bis 10.

Zwei ♂ und ein ♀ von Jarbaschi und Entili, anfangs Mai erbeutet, gehören der ersten Generation an.[1]

11. **Leptidia sinapis** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 81.

Ein ♂ von Jarbaschi mit gerundetem, von den Adern licht durchschnittenen, dunkelgrauen Apikalfleck der Vorderflügel und zeichnungsloser Unterseite der Hinterflügel, zeigt auf Ober- und Unterseite aller Flügel einen starken Stich ins Gelbliche, so daß es zur Form *flavescens* Grund zu ziehen sein dürfte. Verity (Rhop. Pal., p. 343) erwähnt gleiche gelbe

[1] Aus dem Taurusgebiet von Kushdjula liegen noch nachstehende am 23. April erbeutete *Euchloë*-Arten vor:

a) Euchl. charlonia (Donz.) mesopotamica Stgr. — Verity, Rhop. Pal., p. 186, pl. 37, Fig. 45 bis 47 (♂ ♀).

b) Euchl. cardamines (L.) phoenissa Kalchbg. — Verity, Rhop. Pal., p. 191, pl. 38, Fig. 16 bis 18. — Ein sehr großes und ein sehr kleines ♂.

c) Euchl. Damone B. — Verity, Rhop. Pal., p. 193, pl. 38, Fig. 28 bis 33. — Zwei frische ♂.

Stücke von *L. duponcheli* aus dem Libanon (ab. *xanthochroa* Verity).

Aus dem Taurusgebiet von Kushdjula liegt je ein am 23. April erbeutetes ♂ der Frühjahrsgeneration *sinapis* und der Sommerform *diniensis* B. vor. Offenbar ein gleichzeitiges Vorkommen von Individuen verschiedener Generationen.

12. Colias croceus Fourc **(edusa F.)**. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 113.

Von Entili, 10. Mai, ein ♂, ferner eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechtes vom Das Dagh bei Alexandrette, Ende Mai, darunter auch ein ♀ ab. *helice* Hb. Ein ♀ von Chanziri gehört der ab. *helicina* Obthr. an und ein ♂ von Jarpuz, 11. Juni, zeigt eine zitron- (statt orange-)gelbe Grundfarbe aller Flügel oberseits. Das Hofmuseum besitzt aus Ungarn (Anker, 1874) ein Pärchen mit gleicher lichtgelber Grundfarbe, welche nur beim ♀ gegen den schwarzen Saum der Vorderflügel orangegelb wird. Diese offenbar überall gelegentlich auftretende Form hat Stauder (Boll. Soc. Adriat. XXVII, p. 149) ab. *tergestina* benannt.[1]

13. Colias aurorina (Hs.) **taurica** Rbl. — Verh. d. Zool.-bot. Ges., 51. Jahrg. (1901), p. 310; Röb. in Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 69 (ohne Abb.); Verity, Rhop. Pal., p. 258.

Drei frische weibliche Stücke wurden bei Chanziri am 9. Juni in den späteren Nachmittagsstunden auf einem Wiesenabhang erbeutet. Um diese Tageszeit wurde kein männlicher Falter beobachtet.

Die Stücke gehören der (häufigeren) weißen Form des ♀ an und stimmen mit solchen aus dem Taurusgebiet überein.

Taurica ist die größte aller *Aurorina*-Rassen mit den breitesten Flügeln. Die ♂ sind etwas feuriger rotgelb, als

---

[1] *Col. chrysotheme* Stph., Ill. Brit. Ent. Haust., I., p. 11, pl. 2, Fig. 1 und 2 (♂, ♀) ist eine kleinere *edusa*-Form mit bleicherer, aber doch noch orangegelber Grundfarbe wie die Abbildung deutlich zeigt. Die Diagnose sagt: »Alis supra fulvo-lutescentibus« und bei *edusa*, »Alis supra fulvo-croceis«.

jene der Stammform, der var. *libanotica* Led., *transcaspica* Chr. und *Heldreichi* Stgr. Die ♀ zeigen die hellen Saumflecke der Hinterflügeloberseite sehr groß und zusammengeflossen. Die seltenere Form des ♀ zeigt eine lebhaft rotgelbe Oberseite aller Flügel, welche nur wenig lichter als beim ♂ ist. Die häufigere weiße Form des ♀, welcher die vorliegenden Stücke angehören, unterscheidet sich überdies von dem weißen ♀ der Stammform, abgesehen von der breiteren Flügelform und den größeren Randflecken, durch den Mangel der dunklen Adernfärbung der Vorderflügel.[1] Da diese weiße Form des *Taurica*-♀ bis jetzt keinen Namen führt, mag sie als ab. **leucothea** bezeichnet werden. Eines der drei Stücke von Chanziri besitzt einen mehr gelblichen Farbenton, namentlich die Hinterflügeloberseite erscheint bei diesem Stück lichtgelb mit sehr großem, hellorangerotem Mittelfleck. Die Hinterflügelunterseite variiert bei den Stücken von bleichgrün bis grünlichgelb.

14. **Gonepteryx farinosa** Z. — Röb. in Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 60, Taf. 24, *b*; Verity, Rhop. Pal., p. 280, pl. 48, Fig. 7 und 8.

Mehrere männliche Stücke von Jarbaschi, Entili und Alexandrette, Mai bis Juni.

15. **Gonepteryx cleopatra** (L.) **taurica** Stgr. — Röb., l. c., p. 61, Taf. 24, *d*; Verity, Rhop. Pal., p. 287, pl. 48, Fig. 28 (♂).

Vier männliche Stücke von Jarbaschi und Das Dagh bei Alexandrette, Ende Mai.

Nymphalidae.

16. **Limenitis camilla** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 135.

Zwei ♂ von Marasch, 22. bis 25. Juni.

---

[1] Verity (l. c.) dürfte auf pl. 49, Fig. 33 (*aurorina*-♀ aus der Sammlung Turati) ein *taurica*-♀ abgebildet haben, welches dann nicht aus »Armenien« gestammt haben dürfte.

17. **Pyrameis atalanta** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 152.

Atykkoj, 30. Mai. Ein ♂.

18. **Pyrameis cardui** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 154.

Mehrere Stücke von Jarbaschi und Das Dagh, Mai.

19. **Polygonia egea** Cr. form. **autumnalis** Curo. — Stich. in Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 209.

Nur ein überwintertes Stück der Herbstgeneration in Jarbaschi anfangs Mai erbeutet.

20. **Melitaea cinxia** (L.) **clarissa** Stgr. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 215, Taf. 65, *f*.

Eine Anzahl Stücke beiderlei Geschlechtes von Das Dagh bei Alexandrette, Ende Mai, und von Marasch, 22. bis 25. Juni, muß zufolge ihrer namentlich im männlichen Geschlecht sehr geringen Größe und ihrer durchschnittlich lichteren Färbung zur Form *clarissa* Stgr. gezogen werden. Die Unterseite der Hinterflügel ist normal gefärbt.

21. **Melitaea arduinna** (Esp.) **rhodopensis** Frr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 178 *a*.

Ein frisches Pärchen am 15. Mai bei Chanziri erbeutet.

22. **Melitaea phoebe** Knoch. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 180.

Ein ♂ aus dem Taurusgebiet (Kushdjula, 22. Mai) und je ein ♀ von Entili, 10. Mai, und Das Dagh, Ende Mai zeigen einen weniger vortretenden Apikalteil der Vorderflügel und eine ganz eintönige gelbbraune Grundfarbe der Oberseite aller Flügel. Die schwarze Fleckenzeichnung ist gut ausgebildet. Diese Rasse mag als var. **amanica** bezeichnet werden. Die Unterseite zeigt keine konstante Verschiedenheit.

23. **Melitaea didyma** O. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 185.

Ein Pärchen von Marasch, 22. bis 25. Juni, gehört der oberseits schwach gefleckten Form *occidentalis* Stgr. mit hellrotem ♀ an; eine Reihe männlicher Stücke vom Das Dagh,

Ende Mai erbeutet, sowie ein ♂ von Aolugh, 8. Juni, sind nach der gesättigt roten Oberseite zur Form *meridionalis* Stgr., darunter zwei Stücke mit geschwärztem Saum, zur ab. *graeca* Stgr. zu ziehen.

24. **Melitaea trivia** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 186.

Zwei ♂ in Jarbaschi, anfangs Mai erbeutet, gehören zur Stammform, ein ♂ von Aolugh, 8. Juni, und ein ♀ von Kutschuktsch (Das Dagh) sind nach der sehr schwach gezeichneten Oberseite zu *syriaca* Rbl. (Ann. Naturh. Hofm., XX., p. 194; Stich., Zeitschr. für wiss. Ins.-Biol., VII. [1911], p. 75, Fig. 4 bis 6) zu ziehen.

25. **Melitaea collina** Led. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 187 —. Stich., Zeitschr. für wiss. Ins.-Biol., VII (1911), p. 75, Fig. 7 *a, b* (♂).

Ein frisches ♂ von Jarbaschi, anfangs Mai gefangen, und ein solches ♀ von Das Dagh gehören dieser seltenen Art an, von welcher das Hofmuseum bereits aus dem Amanusgebiet (Akbes, leg. Delagrange) ein ♀ besaß.

Offenbar in Unkenntnis der Art zog sie Seitz (Gr. Schm., I., 1., p. 220) als Form zu *M. trivia* und sieht die in Lederer's Bild des ♀ (Wien, Monatsh., V., Taf. 1, Fig. 5) vorhandenen schwarzen Saumpunkte der Vorderflügel, welche von Lederer im Texte (p. 148) nicht erwähnt werden, für wesentlich an. Ich kann sie nach dem vorliegenden Material, bei welchem sich keine Spur davon findet, nur für einen Irrtum des Zeichners oder für ein aberratives Merkmal halten.

26. **Argynnis euphrosyne** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 208.

Nur ein beschädigtes ♀ aus dem Das Dagh.

27. **Argynnis daphne** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 223.

Eine Anzahl normaler männlicher Stücke von Jarbaschi, Das Dagh und Aolugh, anfangs Mai bis 8. Juni erbeutet; ferner ein auffallend großes (Vorderflügellänge 26 *mm*), sehr dunkles ♂ von »Beilep« (?) und ein großes lichtes ♀ von Bagdje, 27. Juni.

Die Art findet in Westasien hier einen ihrer südlichsten Fundorte.

28. **Argynnis latonia** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 225.

Je ein ♂ aus dem Das Dagh bei Alexandrette und Aolugh vom 8. Juni.

29. **Argynnis aglaja** (L.) **ottomana** Röb. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 236, Taf. 69, *b*.

Vier männliche Stücke von Das Dagh, Atykkoj und Aolugh, Ende Mai bis 8. Juni, gehören zufolge ihrer bedeutenderen Größe, tieferen Färbung der Oberseite und verloschenen Silberrandflecken der Hinterflügelunterseite zu der auch in Griechenland auftretenden Form *ottomana*.

30. **Argynnis niobe** (L.) **orientalis** Alph. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 238, Taf. 69, *c*.

Eine Anzahl männlicher Stücke von Jarbaschi und Aolugh, anfangs Mai bis anfangs Juni erbeutet, gehört der oberseits heller rotgelben (nicht »trüber« wie Seitz sagt), viel weniger schwarz gezeichneten orientalischen Form an. Die Unterseite ist wie bei ab. *eris* Meig ohne Silberflecke, aber blässer gefärbt, mit größeren hellgelblichen Flecken.

31. **Argynnis paphia** (L.) **delila** Röb. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 241.

Ein frisches Pärchen von Bagdje, am 27. Juni erbeutet, stimmt mit den Angaben Röber's über die aus dem Taurusgebiet beschriebene Form *delila*.

32. **Argynnis pandora** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. 240.

Eine Anzahl Stücke beiderlei Geschlechts von Das Dagh, Marasch und Bagdje im Laufe des Monats Juni erbeutet.

Satyridae.

33. **Melanargia larissa** (Hg.) **syriaca** Obthr. — Et., XIX., p. 18, pl. 8, Fig. 68 (♂). — Seitz, Gr. Schm., I., 1, p. 116 (*taurica* Röb.), Taf. 39, *a* (♂, ♀).

Aus dem Das Dagh, Ende Mai (♂ ♀), Bagdje, 27. Juni, Kushdjula (Taurusgebiet), 22. Mai, und Marasch, 24. Juni,

liegen sieben ♂ und ein ♀ vor, welche zweifellos der zuerst von Oberthür als *syriaca* bezeichneten, stark geschwärzten Form angehören. Einzelne Stücke zeigen auf der Vorderflügeloberseite noch weiße Saumflecke und (kleinere) weiße Randmonde wie in den Figuren bei Seitz. Bei anderen fehlen die weißen Randmonde den Hinterflügeln vollständig wie in Oberthür's Abbildung.

Ein einzelnes ♀ aus dem Das Dagh, Ende Mai, ist viel mehr (gelblich) weiß gezeichnet und wird am besten zu der örtlich kaum zu trennenden Form *massageta* Stgr. gezogen.

34. **Melanargia grumi** Standf., Mem. Rom., VI., p. 661, Taf. 15, Fig. 2 *a* bis *c*. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 116, Taf. 39, *b*.

Zwei voneinander etwas abweichende, männliche Stücke aus der Umgebung von Jarbaschi (Mai) und ein ♀ von Marasch (24. Juni) stimmen mit den Abbildungen bei Standfuß und Seitz so weit überein, daß ich sie unter diesem Namen anführe. Leider liegt nicht genügend reiches Material für eine gerade in dieser Gruppe sehr wünschenswerte Untersuchung des Genitalapparates vor.

35. **Melanargia titea** (Klug) **wiskotti** Röb.

Ein großes ♂ von Marasch, 24. Juni, stimmt mit Stücken aus dem Taurus.[1]

36. **Satyrus circe** F. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 123.

Ein ♂ von Bagdje, 27. Juni, und ein ♀ von Charmje, 29. Juni gehören der Stammform an.

Ein ♂ von Jarpuz (Djebel Bereket), vom 11. Juni, muß nach der schmäleren, saumwärts schärfer gezackten weißen Binde der Hinterflügel zur Form *asiatica* Seitz (l. c., Taf. 41, *e*), welche aus dem »höheren Taurus« aufgestellt wurde, gezogen werden.

---

[1] Zwei Geflogene ♂ von *Erebia medusa* F. mit der Bezeichnung »Kutschuktschakmedje« rühren aus der Umgebung Konstantinopels von Mitte April her.

37. **Satyrus hermione** (L.) **syriaca** Stgr. — Seitz, Gr. Schm., I., 1., p. 123, Taf. 42, *a*.

Eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechts von Charmje, 29. Juni. Namentlich die ♀ zeigen eine auffallende Verkürzung der weißen Außenbinde der Hinterflügel, welche schon auf Ader Cu_1 von der dunklen Grundfarbe begrenzt wird. Ein einzelnes ♂ von Jarbaschi weicht nicht unbeträchtlich dadurch ab, daß der dunkle Basalteil der Hinterflügel auf Ader M_3 in einem spitzen Zahn weit saumwärts in die hier recht schmale, grau bestäubte Außenbinde vortritt.

38. **Satyrus briseis** (L.) **magna** Stgr.

Eine große Serie, untereinander in der Breite der Hinterflügelbinde recht variabler Stücke von Charmje, am 29. Juni erbeutet. Drei ♀ gehören der ap. *pirata* Esp. an.

39. **Satyrus semele** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 352.

Eine große Serie meist weiblicher Stücke, aus der Umgebung von Jarbaschi, Chanziri, Marasch, im Juni erbeutet. auch von Kutschuktschakmedje bei Konstantinopel.

40. **Satyrus telephassa** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 361.

Eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechts von Bagdje, am 27. Juni erbeutet.

41. **Satyrus anthelea** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 362.

Nur 3 ♂ von Jarbaschi und Atykkoj im Mai erbeutet.

42. **Satyrus pelopea** (Klug) **kurdistana** Stgr. Cat. Nr. 363 *d*.

Drei Pärchen von Jarbaschi, Ende Mai, sowie ein ♀ von Marasch gehören nach Fundort und dunklerer Unterseite der Hinterflügel gewiß zur Form *kurdistana* Stgr., welche von Mardin und Zeitun aufgestellt wurde. In Übereinstimmung mit der Diagnose ist auch die Oberseite aller Flügel dunkler, lebhafter, die ♂ zeigen aber die rote Außenbinde ebenso vollständig wie die var. *persica* Stgr.

43. Satyrus beroë Fr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 367.

Ein einzelnes frisches ♂ aus der Umgebung Jarbaschis.

44. Satyrus fatua Fr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 371.

Eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechts aus der Umgebung Jarbaschis, Mai bis Juni. Die Stücke haben zum Teil die Größe der syrischen var. *sichaea* Led, aber zumeist die mehr eintönige Hinterflügelunterseite der Stammform, bilden also die bereits von Staudinger erwähnten Übergänge.

45. Pararge roxelana Cr. Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 389.

Eine Serie von Stücken, ♂ ♀ aus der Umgebung Jarbaschis, Juni. Auch von Bagdje, 27. Juni, stellenweise häufig (Tölg).

46. Pararge megaera L. -- Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 390.

Mehrere männliche Stücke von Marasch, Juni.

47. Pararge maera (L.) **orientalis** Stgr. Cat. Nr. 392 *d*.

Vier ♂ von Jarbaschi und Marasch, Juni.

48. Epinephele jurtina (L.) **hispulla** Hb.

Eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechts von Jarbaschi, Atykkoj, Marasch, vom Mai, Juni.

49. Epinephele telmessia Z. — Stgr. et Rbi., Cat. Nr. 402 *c*.

Eine größere Serie (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, einzeln auch von Atykkoj (30. Mai) und Schechle (14. Juni). Es dürfte sich um eine in Abspaltung befindliche Form handeln. Große ♀ sind zuweilen von kleinen ♀ der vorigen *hispulla* nicht zu unterscheiden.

50. Epinephele lycaon (Rott.) **intermedia** Stgr.

Ein ♂ von Jarbaschi und zwei Pärchen von Aolugh (8. Juni) gehören der Form mit breiten, kurzen Hinterflügelschuppenstreifen der ♂ und auffallend stark gezacktem Saum der Hinterflügel der ♀ an.

51. **Coenonympha pamphilus** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 440.

Zwei ♂ aus der Umgebung Jarbaschis (Mai) zeigen unterseits auf den Vorderflügeln einen lichten Schrägstreifen vor dem Apikalauge und auf den Hinterflügeln gegen den Vorderrand zu eine gebrochene helle Außenbinde. Bei einem der Stücke fehlt oberseits das Apikalauge der Vorderflügel.

Lycaenidae.

52. **Thecla spini** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 460.

Ein Pärchen von Jarbaschi nähert sich durch längere Schwanzspitzen der Hinterflügel der Form *melantho* Klug. Größe und Unterseite fast wie bei der Nominatform.

53. **Thecla ilicis** (Esp.) **caudatula** Z.

Häufig bei Jarbaschi, im Mai.

54. **Thecla acaciae** (F.) **abdominalis** Gerh.

Nur ein defektes ♀ von Jarbaschi.

55. **Callophrys rubi** L.

Von zwei vorliegenden ♂ aus der Umgebung Jarbaschis, Mai, ist eines oberseits etwas mehr rötlichbraun, ohne jedoch die Färbung der var. *fervida* Stgr. zu erreichen.

56. **Testor nogelii** (Frr.) **obscura** Rühl.

Eine Anzahl männlicher Stücke von Das Dagh (Kurtlen Dagh) bei Alexandrette am 7. Juni erbeutet. Die Stücke sind oberseits einfärbig schwärzlichbraun, meist nur gegen den Analwinkel der Hinterflügel mit schwachen Spuren der Orangefärbung. Die Größe ist jedoch ebenso gering wie bei der Nominatform.

57. **Chrysophanus alciphron** (Rott.) **melibaeus** Stgr.

Eine Serie von Stücken (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, im Mai erbeutet.

58. Chrysophanus phlaeas L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 512.

Ebendaher, mehrfach, darunter auch schon ein ♀ ab. *eleus* F.

59. Chrysophanus dorilis Hufn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 513.

Eine Serie von Stücken (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, Mai bis Juni, Bagdje 27. Juni, und Kutschuktschakmedje (bei Konstantinopel). Die ♀ von den beiden erstgenannten Fundorten haben auf den Vorderflügeln durchaus eine orangerote Grundfarbe, gehören also nicht der var. *orientalis* Stgr. an.

60. Cigaritis cilissa (Led.) **maxima** Stgr.

Ein Pärchen aus der Umgebung Jarbaschis (Juni).

61. Tarucus balcanica Fr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 531.

Zwei Pärchen aus der Umgebung Jarbaschis, Mai.

62. Chilades trochilus Fr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 539.

Von Jarbaschi eine Anzahl Stücke (♂) im Mai erbeutet.

63. Lycaena sephyrus (Friv.) **akbesina** Obthr. — Et., Lep. comp., I., p. 16, pl. 2, Fig. 21 und 22 (♂, ♀).

Drei ♂ und 2 ♀ von Jarbaschi, Schechle und Das Dagh (bei Alexandrette), im Juni erbeutet, gehören wohl dieser, im männlichen Geschlecht fast gar nicht, im weiblichen durch die größeren orangeroten Flecken der Oberseite unterscheidbaren Form an. Bei einem der beiden ♀ (bei Schechle bereits Mitte Mai erbeutet) sind die roten Saumflecke der Oberseite fast zusammengeflossen und bilden auf den Vorderflügeln einen sich nach oben verschmälernden, bis in die Radialäste reichenden, breiten Querstreifen.

64. Lycaena loewii (Z.) **gigas** Stgr.

Aus der Umgebung Jarbaschis liegt eine Serie von ♂, aber nur ein ♀ vor. Flugzeit Mitte Mai bis Juni.

65. **Lycaena panagaea** Hs. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 564.

Drei ♂ von Jarbaschi und Das Dagh (bei Alexandrette), Mai und 7. Juni.

66. **Lycaena baton** (Brgstr.) **clara** Chr.

Ein (geflogenes) ♂ von Entili, 10. Mai, und ein ♀ aus der Umgebung Jarbaschis dürfte der Form *clara* angehören.

67. **Lycaena bavius** (Ev.) **fatma** Obthr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 575 *a*.

Von zwei großen ♂ von Kösut Dagh, anfangs Juni, zeigt eines eine Vorderrandslänge von 16 *mm*.

68. **Lycaena astrarche** Brgstr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 589.

In großer Zahl aus der Umgebung Jarbaschis und Entilis (10. Mai). Mit dem Fangdatum 17. Mai (von Jarbaschi) sind Stücke der Stammform, als auch der Sommergeneration *calida* Bell. bezeichnet. Stücke verschiedener Generationen dürften demnach gleichzeitig fliegen.

69. **Lycaena anteros** Frr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 596.

Von drei ♂ aus der Umgebung Jarbaschis (17. bis 25. Mai) gehören zwei geflogene Stücke der Form *crassipuncta* Chr. an. Das dritte, frische Stück zeigt den Mittelpunkt der Vorderflügel von normaler Größe. Bei längerem Flug scheint der Mittelpunkt mehr hervorzutreten und die blaue Färbung mehr ins grüngraue zu ziehen.

70. **Lycaena icarus** Rott. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 604.

In Anzahl (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, Schechle und Charunje im Mai, Juni, darunter auch ab. *icarinus* Scriba (Jaribaschi, ♂) und ab. ♀ *caerulea* Fuchs (Schechle).

Zwei ♂ von Jarbaschi sind etwas größer und zeigen auf der Unterseite außer dem Mangel der Wurzelpunkte der

Vorderflügel noch die für *L. thersites* Cant.[1] angegebenen Merkmale.

Es scheint, daß auch hier eine neue Art erst in Abspaltung begriffen ist.

71. **Lycaena amandus** Schn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 607.

In großer Anzahl (♂, ♀) von nachstehenden Fundorten: Jarbaschi, Chanziri und Aolugh.[2] Flugzeit Ende Mai bis 9. Juni. Die Stücke gehören der Stammform an.

72. **Lycaena bellargus** Rott. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 613.

Eine Serie (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis und von Schechle, im Mai erbeutet. Die ♀ sind in bezug auf die Zahl und Größe der roten Randflecke ebenso variabel, wie in Mitteleuropa.[3]

73. **Lycaena admetus** (Esp.) **ripartii** Frr.

Eine Anzahl Stücke (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, Ende Mai.

74. **Lycaena poseidon** (HS.) **mesopotamica** Stgr.

Von Jarbaschi (Mai) liegt eine Serie männlicher Stücke, jedoch nur ein weibliches Exemplar vor.

---

[1] Chapman, Tr. Ent. Soc., 1912, p. 662, pl. 81 bis 85; Courv., Ent. Rendsch., Jahrg. 33 (1916), p. 17 u. f.

[2] Eine Anzahl Stücke hat die Fundortsbezeichnung »Kutschuktschakmedje« (bei Konstantinopel), dürfte demnach von der Reise Prof. Tölg's aus dem Jahr 1913 herrühren, da im April, um welche Zeit Prof. Tölg im Jahre 1914 in Konstantinopel war, die Art gewiß noch nicht fliegt.

[3] Lycaena corydon (Poda) corydonius Hs.

Zwei ♂ von Kushdjula (Taurus), am 23. April erbeutet, zeigen eine hellblaue Oberseite mit ziemlich schmalem schwarzen Saum der Vorderflügel. Das Hofmuseum besitzt zwei noch reinere blaue Stücke von Lederer (1867) aus dem Taurus. *Corydonius*-Stücke von Amasia und Brussa (Mann, 1863, M. C. ♂) sind mehr milchig blau gefärbt. Das Bild von Herrich-Schäffer's *Corydonius* (395 bis 396) stellt ein sehr großes ♂ mit trübblauer, gegen den schwarzen Saum hellblauer Grundfarbe dar.

Jedenfalls bleibt die Flugzeit April für eine angebliche *Corydon*-Form sehr auffallend. Wahrscheinlich liegt eine eigene Art vor.

75. Lycaena semiargus (Rott.) **antiochena** Led.

Mehrere Paare im Mai in der Umgebung Jarbaschis, bei Entili und am Das Dagh (bei Alexandrette) erbeutet. Bei dieser Form sind bei den ♂ die roten Analflecken auf der Unterseite der Hinterflügel weniger ausgedehnt, als bei der griechischen Form *helena* Stgr.; die Punktaugen daselbst auf Vorderflügel und Hinterflügel in beiden Geschlechtern kräftiger. Die ♀ sind oberseits meist schwach blau bestäubt, auf den Vorderflügeln gegen den Innenwinkel mit Andeutungen einer rotgelben Fleckung.

76. Lycaena coelestina Ev. — Rbl. et Stgr., Cat. Nr. 632.

Zwei ♂ aus der Umgebung Jarbaschis, mit den Daten 13. und 25. Mai, stimmen mit der Abbildung bei Herrich-Schäffer (Fig. 335 und 336) und mit Stücken aus dem Uralgebiet. Die Art erscheint in der kleineren Form *alticola* Chr. aus dem südlichen Armenien (Kasikoporan) angegeben. Für Kleinasien bis Syrien liegt jedoch kein Fundortsnachweis vor.[1] Das eine der beiden Stücke von Jarbaschi ist sehr groß (Vorderflügellänge 17 *mm*) und breitflügelig.

77. Lycaena cyllarus (Rott.) **aeruginosa** Stgr.

Mehrere ♂ an der Umgebung Jarbaschis, anfangs Mai erbeutet, sind von sehr verschiedener Größe. Die spangrüne Färbung der Hinterflügelunterseite ist von sehr ungleicher Ausdehnung.

78. Lycaena astraea Fr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 640.

Nur 1 ♀ in der Umgebung Jarbaschis um den 5. Mai erbeutet.

79. Cyaniris argiolus (L.) **paraleuca** Röber, Ent. Nach., XXIII (1897), p. 270.

Zwei ♂ und ein ♀ von Jarbaschi unterscheiden sich von ab. *parvipuncta* Fuchs wesentlich nur durch den fast

---

[1] Das Hofmuseum besitzt auch ein Pärchen derselben Art von Lederer mit der Bezeichnung »*Gallia*« und ein ♂ von »Mann, Ragusa 1867«. Wahrscheinlich liegen irrtümlich Fundortsangaben bei diesen drei Stücken vor.

vollständigen Mangel einer spangrünen Färbung an der Basis der Hinterflügelunterseite. Sie dürften zu der obgenannten Form aus dem Taurusgebiet zu ziehen sein.

Hesperiidae.

80. **Adopoea lineola** O. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 661.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 13. Mai.

81. **Adopoea thaumas** Hufn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 662.

Ein ♂ von Marasch, ein ♀ von Jarbaschi, 13. Mai.

82. **Carcharodus alceae** (Esp.) **australis** Z.

Eine Anzahl Stücke ♂, ♀ von Jarbaschi, Chanziri und Toprokale, sämtlich im Mai erbeutet.

83. **Carcharodus altheae** (Hb.) **baeticus** Rbr.

Zwei ♂ aus der Umgebung Jarbaschis, Mitte Mai.

84. **Hesperia sidae** Esp. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 693.

Aus der Umgebung Jarbaschis in Anzahl (♂, ♀). Flugzeit Mai bis Juni.

85. **Hesperia orbifer** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 699.

Mehrfach von Jarbaschi, Mitte Mai (♂, ♀). Ebendaher, wie auch von Chanziri, 9. Juni, liegt die oberseits viel stärker weißgefleckte ab. *hilaris* Stgr. (♂, ♀) vor.

86. **Hesperia serratulae** (Rbr.) **major** Stgr.

Einige Stücke von Jarbaschi, Mitte Mai.

87. **Hesperia malvoides** Elw. et Edw. — Obthr., Et. Lep., comp., IV., p. 386, pl. 54, Fig. 449 bis 454.

Mehrere Stücke (♂, ♀) aus der Umgebung Jarbaschis, Mitte Mai bereits verflogen.

88. **Hesperia melotis** Dup. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 709, *c.*

Nur ein frisches ♂ von Jarbaschi, 13. Mai. Das Stück zeigt eine noch viel deutlicher gezeichnete Unterseite der

Hinterflügel als syrische Stücke und gehört offenbar der von Dr. Staudinger aus dem Taurus erwähnten Übergangsform an.

Sphingidae.

89. Celerio euphorbiae L.

Ein sehr großes männliches Stück von Marasch, Ende Juni gefangen, ist stark geflogen, scheint aber einer sehr dunklen Form anzugehören.

90. Choerocampa alecto (L.) **cretica** B.

Ein weibliches Stück in Jarbaschi am 17. Mai erbeutet.

91. Macroglossum stellatarum L.

Von Jarbaschi (Mai) und Atykkoj, 30. Mai.

Lymantriidae.

92. Orgyia Tölgi n. sp. (♂).

Ein einzelnes, ganz frisches ♂ mit der Bezeichnung »Entili, 10. Mai«, gehört einer unbeschriebenen Art an, welche ich nach den breiten Flügeln, schlanken Körper und Mangel von Mittelsporen der Hinterschienen bis auf weiteres zur Gattung *Orgyia* stelle, obwohl Ader R und M_1 der Hinterflügel nicht langgestielt sind, sondern vielmehr aus einem Punkte entspringen.

Die nur bis zu einem Drittel der Vorderrandslänge der Vorderflügel reichenden Fühler sind Doppelkammzähnig bis zur Spitze, ihr Schaft weißgrau, schwarz gefleckt, die Kammzähne sind grau gefärbt. Kopf und Thorax sind struppig aschgrau behaart, Stirne und Vorderbrust fast weiß. Die Beine sind aschgrau, undeutlich dunkel gefleckt. Der bis zum Afterwinkel der Hinterflügel reichende Hinterleib ist sehr schlank, einfärbig dunkel.

Die Vorderflügel bräunlich aschgrau, mit zwei schwarzen Querstreifen bei einem Drittel und drei Vierteln der Flügellänge. Der vordere, fast gerade verlaufende Querstreifen wird in der Mittelzelle von einem kurzen, schwarzen Längsstrich durchschnitten und tritt knapp ober dem Innenrand saum-

wärts vor. Er ist basalwärts schwach lichter angelegt. Der äußere, geschwungene Querstreifen ist scharf gezackt und saumwärts weißgrau angelegt. Am Querast liegt ein schwarzer Winkelhaken, die Fransen sind einfärbig dunkel.

Die Hinterflügel sind braun, am Vorderrand, Saum und Innenrand schwärzlich, ohne daß eine scharfe Scheidung der beiden Färbungen vorhanden wäre. Die Unterseite aller Flügel ist hellbraun, die Mittelzelle der Vorderflügel, deren Vorderrand und Saum bindenartig schwarz, die Hinterflügel stärker bräunlich aufgehellt als oberseits, nur am Vorderrand, gegen die Basis breit schwarz. Vorderflügellänge 15 *mm*, Expansion 27 *mm*.

Diese sehr interessante, dem Andenken ihres Entdeckers, Herrn Prof. Dr. Fr. Tölg[1] gewidmete Art steht in Zeichnung und Färbung keiner sonstigen *Orgyia*-Art nahe und erinnert darin eher an *Lymantria dispar* ♂.

93. **Lymantria dispar** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 929.

Drei kleine ♂ von Toprokale, 26. Mai; eines davon zeigt Vorderflügel und Hinterflügel von fast gleicher hellbrauner Färbung und auch erstere fast ohne Spur einer Querzeichnung. Auch die beiden anderen Stücke sind schwach gezeichnet.

Lasiocampidae.

94. **Malacosoma neustria** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 956.

Mehrere ♂ von Toprokale (26. Mai) und Jarbaschi (13. Juni).

95. **Lasiocampa trifolii** Esp. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 976.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 13. Juni.

96. **Pachypasa otus** Drn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1004.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 17. Mai. Die Art war dort häufig auf Eichen (Tölg).

---

[1] Prof. Tölg fiel am 8. April 1917 in Ausübung seiner militärischen Dienstpflicht einem tödlichen Unfall zum Opfer.

Saturniidae.

97. Saturnia pyri Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1034.

In der Umgebung Jarbaschis im Mai sehr häufig (Tölg). Ein mitgebrachtes ♂ vom 17. Mai ist sehr groß (Vorderflügellänge 75 *mm*).

Noctuidae.

98. Acronycta aceris (L.) **judaea** Stgr.

Ein geflogenes ♀ von Atykkoj, 30. Mai.

99. Acronycta rumicis L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1102.

In Anzahl in Jarbaschi durch Lichtfang und in Atykkoj, im Mai erbeutet.

100. Agrotis orbona Hufn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1153.

Nur ein männliches Stück in Jarbaschi am 10. Juni erbeutet.

101. Agrotis comes Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1154.

Ebenfalls nur ein Stück von Jarbaschi.

102. Agrotis forcipula Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1323.

Ein geflogenes ♀ von Toprokale, 26. Mai.

103. Agrotis ypsilon Rott. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1399.

Mehrere Stücke von Jarbaschi, 10. Juni, und Toprokale, 26. Mai.

104. Agrotis segetum Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1400.

Zwei Stücke von Jarbaschi und Atykkoj, Mai.

105. Mamestra serena F. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1514.

Nur ein sehr schadhaftes, wahrscheinlich aus der Umgebung Jarbaschis stammendes weibliches Stück.

106. Hadena (Blepharita) leuconota HS. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1659.

In Anzahl (♂, ♀) in Jarbaschi am Licht um den 13. Juni erbeutet.

107. Polyphaenis sericata (Esp.) **propinqua** Stgr.

Zwei geflogene ♂ von Toprokale, 26. Mai. Ein ♀ von Haifa (Syrien) befindet sich im Hofmuseum.

108. Tapinostola musculosa Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1913.

In Mehrzahl in Jarbaschi um den 10. Juni am Licht.

109. Leucania L'album L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1954.

Mehrfach von Jarbaschi, 13. Juni, und Atykkoj, 30. Mai.

110. Leucania loreyi Dup. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1957.

Einige Stücke (♂, ♀) von Atykkoj, 30. Mai.

111. Leucania vitellina Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 1961.

Ein geflogenes ♂ von Toprokale, 26. Mai.

112. Caradrina ambigua (F.) **dilucida** Prout (**hilaris** Stgr.).

Ein geflogenes ♂ von Toprokale, 26. Mai.

113. Heliothis peltigera Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2325.

Einige Stücke von Jarbaschi und Toprokale, Mai.

114. Acontia luctuosa Exp. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2380.

Ein Stück (♂) von Entili, 10. Mai.

115. Thalpochares ostrina (Hb.) **aestivalis** Gn.

Ein geflogenes Stück von Entili, 10. Mai.

116. Thalpochares Wagneri Hs. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2432.

Ein frisches ♂ von Aolugh, 8. Juni.

117. Thalpochares suppura Stgr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2439.

Ein geflogenes Stück von Jarbaschi.

118. Emmelia trabealis Sc. et. ab. **nigra** Ersch.

Von Jarbaschi, 17. Mai, liegen normale Stücke, wie auch ein ♀ der ab. *nigra* Ersch. vor, letzteres fast ganz schwarz mit weiß umzogener Nierenmakel der Vorderflügel.

119. **Scoliopteryx libatrix** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2502.

Ein ♂ von Atykkoj, 30. Mai.

120. **Plusia gamma** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2562.

Mehrere Stücke von Jarbaschi und Toprokale, Mai.

121. **Plusia circumflexa** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2564.

Nur ein sehr großes frisches ♀ in Jarbaschi am 13. Juni.

122. **Megalodes eximia** Frr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2580

Ein Pärchen von Jarpuz (Djebel Bereket) am 11. Juni oberhalb der Laubwaldgrenze um Malven erbeutet.

123. **Zethes insularis** Rbr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2598.

Ein Pärchen von Jarbaschi (♀, 7. Mai) und Das Dagh bei Alexandrette (♂, 7. Juni).

124. **Parallelia algira** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2644.

Eine Anzahl recht kleiner Stücke von Jarbaschi und Schechle im Mai am Licht erbeutet.

125. **Grammodes stolida** F. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2642.

Nur ein ♀ von Jarbaschi, Juni.

126. **Pseudophia tirhaca** Cr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2557.

Ein Pärchen von Atykkoj, 30. Mai.

127. **Catephia alchymista** Schiff. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2662.

Nur ein ♂ von Jarbaschi, Mai.

128. **Catocala lupina** HS. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2689.

Ein sehr großes ♀ von Marasch, 25. Juni.

129. **Catocala conversa** Esp. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2713.

Einige Stücke (♂, ♀) von Jarbaschi, 17. Mai bis 13. Juni.

130. **Catocala eutychea** Tr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2714.

In großer Zahl (♂, ♀) in Jarbaschi am 13. Juni an Apfelschnitten erbeutet.

131. Catocala disjuncta (H. G.) **separata** Frr.

Einige sehr kleine Stücke in Toprokale am 26. Mai.

132. Apopestes spectrum (Esp.) **innotata** Warr. in Seitz, Gr. Schm., I., 3., p. 370, Taf. 686.

Zwei Stücke von Atykkoj, 30. Mai; die Raupe war mehrorts sehr häufig (Tölg).

133. Autophila cataphanes (Hb.) **ligaminosa** Ev.

Nur ein sehr defektes Stück von Marasch, 25. Juni.

134. Herminia crinalis Tr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2797.

Häufig in Jarbaschi, Mai, Juni.

Geometridae.

135. Aplasta ononaria Fueßl. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2859.

Mehrere sehr ungleich große Stücke (♂, ♀) von rötlicher Färbung von Jarbaschi, Mai bis Juni.

136. Euchloris (Comibaena) neriaria Hs.

Ein Pärchen (das ♀ sehr defekt) von Jarbaschi, um den 17. Mai erbeutet.

137. Eucrostes (Xenochlorodes) beryllaria Mn.

Ein ♂ von Jarbaschi, Juni.

138. Nemoria (Chlorissa) pulmentaria Gn.

Zwei ♂ von Jarbaschi, 17. Mai.

139. Cleta (Acidalia) filacearia HS. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 2928.

Zwei ♂ und ein ♀ von Das Dagh bei Alexandrette am 7. Juni erbeutet.

140. Ptychopoda (Acidalia) rufaria Hb.

Entili, 10. Juni (♂); Jarbaschi, 13. Juni (♀).

141. **Ptychopoda (Acidalia) textaria** Led.

Ein ♂ von Jarbaschi, 17. Mai.

142. **Ptychopoda (Acidalia) degeneraria** Hb.

Ein frisches, dunkles ♀ von Jarbaschi, 17. Mai.

143. **Acidalia marginepunctata** Goeze.

Je ein ♀ von Entili und Schechle, 10. bis 12. Mai.

144. **Problepsis ocellata** Friv.

Zwei ♂ von Schechle, 12. Mai.

145. **Cosymbia (Zonosoma) pupillaria** Hb.

Je ein ♀ der ab. *badiaria* Stgr. von Entili und Jarbaschi. 10. und 17. Mai.

146. **Rhodostrophia calabraria** (Z.) **tabidaria** Z.

In Anzahl (♂, ♀) in der Umgebung Jarbaschis, 5. bis 13. Mai.

147. **Anaitis boisduvaliata** Dup. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3217.

Mehrere Stücke (♂, ♀) von Entili, 10. Mai und Jarbaschi.

148. **Anaitis plagiata** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3220.

Mehrfach von Jarbaschi, 17. Mai bis 13. Juni.

149. **Larentia fluviata** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3378.

Ein (defektes) ♀ von Jarbaschi, 17. Mai.

150. **Larentia unicata** Gn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3431.

Mehrere Stücke (♂, ♀) von Jarbaschi, Mitte Mai.

151. **Larentia bilineata** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr: 3481.

Mehrere Stücke von Jarbaschi und Schechle, 11. bis 17. Mai. Das einzige ♀ (Jarbaschi) gehört der Form *testaceolata* Stgr. an.

152. **Tephroclystia breviculata** Donz. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3512.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 17. Mai.

153. **Gymnoscelis pumilata** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3658.

Ein defektes ♂ von Jarbaschi, Mitte Mai.

154. **Metrocampa margaritata** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3723.

Ein ♂ von Jarbaschi (ohne Fangdatum).

155. **Pseudopanthera (Venilia) syriacata** Gn.

Von Jarbaschi, Mitte Mai (♂, ♀).

156. **Nychiodes lividaria** Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3839.

Ein Pärchen von Entili, 10. Mai. Das ♂ sehr scharf gezeichnet mit stark rötlicher Einmengung. Das ♀ kleiner, dunkler, mehr der Form *divergaria* Stgr. gleichend. Ein kleines, etwas defektes ♂ von Jarbaschi, oberseits ohne Spur einer rötlichen Einmischung und mit weißlichgrauer Unterseite, gehört zweifellos zu *divergaria*.

157. **Gnophos sartata** Tr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3929.

Nur ein ♂ von Jarbaschi, 17. Mai.

158. **Gnophos variegata** Dup. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 3948.

Nur ein ♂ von Schechle, 12. Mai.

159. **Phasiane clathrata** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4032.

In Mehrzahl von Jarbaschi, Schechle und Canziri, Mitte Mai bis 9. Juni.

160. **Eubolia pumicaria** Led. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4044.

Nur ein ♀ von Jarbaschi, Mai.

161. **Aspilates ochrearia** Rossi — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4077.

Jarbaschi, Mai, ein ♂.

162. Perconia strigillaria Hb. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4079.

Von Chanziri und Aolugh, ein Pärchen, 8. und 9. Juni.

Sarrothripidae.

163. Sarrothripus revayanus (Sc.) **dilutanus Hb.**

Ein Stück (♀) von Jarbaschi.

Syntomidae.

164. Syntomis phegea L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4146.

In großer Anzahl (♂, ♀) von Jarbaschi, erste Hälfte Juni, vorliegend. Alle Stücke zeigen die weißen Flecken auf den Flügeln gut entwickelt, aber nur mittelgroß, der gelbe Hinterleibsring ist durchschnittlich etwas schmäler.

165. Dysauxes punctata (F.) **hyalina** Fr.

Ein ♂ von Jarbaschi, 17. Mai und ein ♀ aus dem Gebiet des Dumanle Dagh, 10. Juni.

Arctiidae.

166. Arctia villica (L.) **fulminans** Stgr.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 10. Mai, zeigt die Hinterflügel am Saum rot gefärbt, bildet demnach einen Übergang zu der Form *fulminans* aus Antiochia.

167. Utetheisa (Deiopeia) pulchella L.

Mehrfach von Das Dagh bei Alexandrette und Entili, 7. bis 10. Mai.

168. Lithosia marcida Mn. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4305.

Ein ♂ von Entili, 10. Mai.

Zygaenidae.

169. Zygaena brizae (Esp.) **corycia** Stgr.

Einige ♂ von Das Dagh und Atykkoj, 30. Mai bis 7. Juni.

170. **Zygaena punctum** (O.) **malatina** Dziurz. Iris, XV, p. 337.

Nur ein großes, frisches ♂ von Göksun, 16. Juli.

171. **Zygaena syriaca** Obthr. Et., XX., p. 46, pl. 8, Fig. 136 bis 138; Et. Lep. comp., IV., p. 564, 565.

Eine Serie von mehr als ein Dutzend Stücken (♂, ♀), in Jarbaschi Mitte Mai erbeutet, sowie zwei ♀ von Atykkoj, 30. Mai, ziehe ich zu dieser sehr fraglichen, aus dem Amanusgebiet (Akbes) aufgestellten Form. Der schwarze Saum der Hinterflügel ist bei den ♂ zum Teil noch breiter als in Oberthür's Abbildung 136. Ein ♀ zeigt die Spuren eines roten Hinterleibsgürtels. Die Fühler variieren an Länge und in der Stärke der Kolben. Jedenfalls ist die Form breitflügeliger als die echte *Ramburii* Led. Auch der Nebelstreif der Vorderflügelunterseite variiert sehr an Deutlichkeit.

172. **Zygaena Ramburii** Led. — Obthr., Et. Lup. comp., IV., p. 564, 565.

Ein ♀ von Göksun, 16. Juli, gehört wohl hierher.

173. **Zygaena olivieri** (B.) **hebe** Seitz, Gr. Schm., I., 2., p. 28, Taf. 7, *h.*

Nur ein ♀ von Göksun, 16. Juli.

174. **Zygaena carniolica** Sc. (**hedysari** Hb.).

Drei Stücke von Jarbaschi sind mittelgroß mit gelbgeringten Flecken der Vorderflügel und nur schwachen Spuren eines roten Hinterleibsgürtels.

175. **Procris (Ino) chloros** (Hb.) **chloronata** Stgr.

Zwei frische ♂ von Das Dagh bei Alexandrette, 7. Juni. Ein ♂ von Jarbaschi, zirka 20. Mai, ebenfalls von sehr bedeutender Größe (Vorderflügellänge 13·5 *mm*), hat die Vorderflügel noch vorwiegend metallisch dunkelgrün gefärbt.

176. **Procris (Ino) subsolana** Stgr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4409 *a.*

Ein ♂ von Das Dagh bei Alexandrette, 7. Juni.

177. Procris (Ino) geryon (Hb.) **anceps** Stgr.

In Anzahl (♂, nur 1 ♀) von Jarbaschi, Juni.

Sesiidae.

180. Sciapteron aurantiacum n. sp. (♂).

Von dieser ausgezeichneten, großen Art liegt ein ganz frisches ♂ mit der Bezeichnung »Entili, 10. Mai« vor. Die im Endsechstel ungekerbten und unbewimperten Fühler, das lang behaarte Palpenmittelglied, der spiralige (bräunliche) Rüssel, der schlanke Körper mit langem spitzem Afterbüschel, die durch die Beschuppung nur schwach verdickten Hinterschienen, der getrennte Ursprung von Ader M_3 und Cu_1 der Hinterflügel, sowie der Ursprung von Ader M_2 aus dem unteren Teil der nur wenig schrägen Querader derselben stimmen mit *Sciapteron tabaniforme* Rott. Abweichend ist die lange Stielung von Ader R_4 und R_5 der Vorderflügel, wie sie sich auch bei den übrigen westasiatischen Arten, welche im Stgr.-Rbl.-Katalog zur Gattung *Sciapteron* vereint stehen, findet. Letzteres Verhalten bestimmte Bartel wohl, sie zur Gattung *Dipsosphecia* Spul. zu ziehen, wiewohl auch hier starke Abweichungen vom Typus *D. ichneumoniformis* F. vorliegen.

Die Fühler, über die Hälfte des Vorderrandes der Vorderflügel reichend, sind orangefarben, die lange Bewimperung der Lamellen ist schwarz, der feine Haarpinsel an der Fühlerspitze bräunlich. Kopf und Körper sind blauschwarz. Die Randung des Hinterkopfes, der fleckartig verbreiterte vordere Augenrand und der aufwärts gerichtete Teil der Beschuppung des Palpenmittelgliedes sind rein gelb, das spitze Palpenendglied durchaus orangegelb. Der Halskragen seitlich nach unten mit hellgelben Flecken, desgleichen ist ein Schulterfleck an der Flügelbasis rein gelb. Die Schulterdecken nach Innen fein gelb gesäumt, am Ende des Metathorax zwei gelbe Seitenflecken. Die Hinterleibssegmente 2 und 4 bis 7 sind gelb gerandet, auf der Bauchseite zeigt auch das dritte Segment einen gelben Rand, wogegen es auf der Rückenseite

schwarzblau bleibt. Der Afterbüschel vorwiegend gelb und orangefarben gemischt.

Die Vorderhüfte außen gelb, die Außenseite der Schienen und die Tarsen aller Beine orangefarben, nur die Oberseite der Hinterschienen etwas blässer.

Die langgestreckten, schmalen Vorderflügel sind trüb orangefarben mit schwärzlichen Adern und solchem Saum. Die basale Hälfte der schmalen Mittelzelle, ein darunter liegender noch schmälerer Streifen in Zelle 1 *b*, sowie die basale Hälfte von Zelle 3 (zwischen Ader M_3 und Cu_1) bleiben glashell (unbeschuppt). An der Flügelbasis liegt unterhalb des Schulterfleckes ein kleines hellgelbes Schuppenhäufchen. Fransen bräunlich.

Die Hinterflügel ganz glashell mit braunem Saum und solchen Fransen. Die Querader orangefarben, die übrigen Adern bräunlich, gelb gemischt. Die Unterseite aller Flügel bleich orangefarben, mit bräunlichen Fransen, Ader R_4 und R_5 der Vorderflügel schwärzlich. Auf der Unterseite läßt sich deutlich erkennen, daß auch die übrigen Zellen des Saumfeldes durch ihre schwächere Beschuppung zur Bildung eines »äußeren Glasfeldes« neigen. Vorderflügellänge 14 *mm*, Exp. 32 *mm*.

Mit keiner sonstigen bekannten Art näher verwandt.

179. Sesia (Chamaesphecia) almana n. sp. (♂).

Ein einzelnes ♂ mit der Bezeichnung »Aolugh (bei Chanziri), 8. Juni« steht der Sesia osmiaeformis HS. aus Süditalien zunächst, unterscheidet sich aber von demselben Geschlecht derselben durch längere, tiefschwarze Fühler, welche mit längeren und kräftigeren Wimperpinseln besetzt sind, ferner durch ziemlich breite, bleichgelbliche Randung des zweiten, vierten und sechsten Hinterleibssegmentes, durch die orangefarbige Beschuppung des Längsfeldes der Vorderflügel und durch die viel breiter und tiefschwarz beschuppte Querader der Hinterflügel.

Die Fühler, über die Hälfte des Vorderrandes reichend, tiefschwarz, mit sehr derben, lang bewimperten Lamellen. Die Stirne weißlich gelb behaart. Die sehr langen Palpen mit

lang schwarz behaartem Mittelglied und spitzem, vorwiegend gelb gefärbtem Endglied. Der Kopf überall durch eine feine, weiße Behaarung begrenzt. Der Thorax einfärbig blauschwarz. Die Beine schwarz, mit vorwiegend gelb beschuppten Schienen und gelb bestäubten Tarsen. Die Hinterschienen nur schwach pelzig beschuppt. Der Hinterleib schwarzblau mit breiter, bleichgelblicher Umrandung der Rückenseite des zweiten, vierten und sechsten Hinterleibssegmentes. Der (nur teilweise erhaltene) Afterbüschel schwarz, in der Mitte schwach bräunlich.

Die Vorderflügel kurz und schmal, schwarzblau, die vordere und äußere Umrandung des Saumfeldes bräunlich. Der Innenrand, beziehungsweise das hier dicht beschuppte »Längsfeld«, ist bleich orangefarben, das glasige Keilfeld der Mittelzelle sehr kurz, die Mittelbinde sehr breit, das äußere Glasfeld viel höher als breit, seine vier glasigen Zellen durch drei hellbraun beschuppte Adern voneinander geschieden. Das Saumfeld samt den Fransen braun.

Die Hinterflügel mit breitem schwarzbraunen Saum, sehr breit schwarzbraun beschuppter Querader und schwärzlichbraun beschuppten sonstigen Adern. Die Fransen bräunlich. Unterseite der Vorderflügel orangegelblich mit tiefschwarzer Mittelbinde, braunem Vorderrand und Saum, jene der Hinterflügel mit schwarzer Querader und solchem Innenrand. Vorderflügellänge 8·5 *mm*, Exp. 18 *mm*.

Cossidae.

180. **Zeuzera pyrina** L. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4718.

Nur ein ganz defektes ♀ von Jarbaschi.

181. **Zeuzera regia** Stgr. — Stgr. et Rbl., Cat. Nr. 4722.

Ein großes, etwas geflogenes ♂ dieser seltenen Art von Atykkoj, 30. Mai.

Pyralidae.

182. **Scirpophaga praelata** Sc. — Rbl., Cat. Nr. 185.

Nur ein kleines weibliches Stück von Das Dagh bei Alexandrette, 7. Juni.

183. **Ematheudes punctella** Tr. — Rbl., Cat. Nr. 219.

Ein Pärchen von Jarbaschi.

184. **Alophia combustella** Hs. — Rbl., Cat. Nr. 607.

Ein beschädigtes ♂ von Jarbaschi, 17. Mai.

185. **Hypsopygia costalis** F. — Rbl., Cat. Nr. 834.

Ein ♀ von Entili, 10. Mai.

186. **Pyralis farinalis** L. — Rbl., Cat. Nr. 836.

Ein ♂ von Jarbaschi, 17. Mai.

187. **Herculia fulvocilialis** Dup. — Rbl., Cat. Nr. 846.

Mehrfach von Jarbaschi und Entili, 10. bis 17. Mai.

188. **Herculia almanalis** n. sp. (♂, ♀).

Ein (geflogenes) ♂ von Jarbaschi, 17. Mai, und zwei (frischere) ♀ von Entili, 10. Mai, gehören einer neuen Art bei *H. incarnatalis* Z. an.

Die männlichen Fühler sind beträchtlich kürzer bewimpert als bei *incarnatalis*, die Gliederenden treten gegen die Spitze der Geißel schwach vor. Färbung und Flügelzeichnung beider Arten sind einander sehr ähnlich. Die ockerfarbigen, dicht rötlich bestäubten Vorderflügel führen jedoch bei *almanalis* einen dunkelbräunlichen Mittelpunkt, welcher bei *incarnatalis* vollständig fehlt. Der erste gelbliche Querstreifen der Vorderflügel ist gleichmäßig nach Außen gebogen, bei *incarnatalis* aber mehrmals leicht gebrochen. Der äußere gelbe Querstreifen der Vorderflügel ist jedoch bei *almanalis* unter dem Vorderrand deutlicher gebrochen und hierauf fleckartig erweitert. Die Hinterflügel sind im Gegensatz zu *incarnatalis*, bei welcher Art sie vorwiegend rötlich bestäubt erscheinen, ausgesprochen grau, mit nur einem viel weiter nach außen gerückten, weißlichen Bogenstreifen. Die Fransen aller Flügel rötlichgrau mit heller (gelblicher) Saumlinie. Auch die Unterseite aller Flügel ist bis an das rötliche Saumfeld dichter grau bestäubt. Die Größe ist geringer als bei *incarnatalis*. Vorderflügellänge 9·5 bis 10 *mm*, Exp. 19 bis 20 *mm*.

189. Cledeobia moldavica Esp. — Rbl., Cat. Nr. 891.

Mehrere ♂ von Entili, 10. Mai.

190. Cledeobia bombycalis (Schiff.) **almanica** n. subsp. (♂).

Ein einzelnes frisches ♂ von Jarbaschi (ohne Fangdatum), unterscheidet sich von typischen Stücken durch entschieden breitere Flügel. Auf den rotbraunen Vorderflügeln ist der erste Querstreifen nur gebogen (nicht scharf gebrochen), die ockergelben Hinterflügel führen nur eine gegen den Afterwinkel verlöschende, schmälere, schwarze Saumbinde, als deren innere Begrenzung gegen den Vorderrand zu sich schwache Spuren des bei typischen *bombycalis* meist sehr deutlichen Querstreifens finden. Auch unterseits ist der äußere lichte Querstreifen auf allen Flügeln mehr verloschen. Vorderflügellänge 15 *mm*, Exp. 25 *mm*.

191. Cledeobia consecratalis Led. — Rbl., Cat. Nr. 896.

Drei ♂ von Jarbaschi, Chanziri und Schechle, sämtliche von 12. bis 17. Mai erbeutet.

192. Scoparia ochrealis Schiff. — Rbl., Cat. Nr. 945.

Ein ♂ von Jarpuz, 11. Juni.

193. Evergestis umbrosalis F. R. — Rbl., Cat. Nr. 1020.

Mehrere Stücke (♂, ♀) von Das Dagh und Entili, 7. und 10. Juni.

194. Nomophila noctuella Schiff. — Rbl., Cat. Nr. 1039.

Häufig. Belegstücke von Jarbaschi und Jarpuz, Mai bis Juni.

195. Phlyctaenodes pustulalis Hb. — Rbl., Cat. Nr. 1065.

Ein Pärchen von Jarbaschi, 17. Mai.

196. Phlyctaenodes cruentalis Hb. — Rbl., Cat. Nr. 1066.

Ein ♂ von Jarbaschi, 13. Juni.

197. Mecyna polygonalis Hb. — Rbl., Cat. Nr. 1073.

Mehrere Stücke von Schechle, 12. Mai, gehören der kleineren, trüber gefärbten Nominatform an.

198. Titanio sericatalis HS. — Rbl., Cat. Nr. 1104.

Ein einzelnes, ganz frisches ♂ in der Gipfelregion des Dumanle Dagh (2160 *m*), am 10. Juni erbeutet, hat das Aussehen eines sehr dunklen Stückes von *T. schrankiana* Hoch., mit welcher Art auch die lange Bewimperung der männlichen Fühler übereinstimmt. Die hellgraue Unterseite der Vorderflügel mit den zwei tiefschwarzen Flecken der Mittelzelle verweist das gedrungen aussehende Stück jedoch unzweifelhaft zu *sericatalis*. Das Hofmuseum besitzt ein *sericatalis*-♀ bereits von »Marasch«. Herrich-Schäffer gab bei der ersten Beschreibung »Konstantinopel« als Vaterland an, was wahrscheinlich auf den Olymp bei Brussa zu beziehen sein dürfte, wie dies auch Dr. Staudinger annahm.

199. Metasia carnealis Tr. — Rbl., Cat. Nr. 1123.

Ein kleines, geflogenes ♀ von Jarbaschi.

200. Pionea ferrugalis Hb. — Rbl., Cat. Nr. 1151.

Ein auf den Vorderflügeln fast einfärbiges (zeichnungsloses) ♀ von Jarbaschi, 17. Mai.

201. Pionea verbascalis Schiff. — Rbl., Cat. Nr. 1160.

Ein geflogenes ♂ von Jarbaschi.

202. Pyrausta aerealis (Hb.) **unicolor** n. subsp. (♂).

Zwei männliche Stücke von Dumanle Dagh, am 3. und 10. Juni erbeutet, gehören einer neuen Lokalform an, welche weitaus die einfärbigste aller *aerealis*-Formen darstellt.

Die Vorderflügel sind vollständig zeichnungslos, dunkel olivengrau, mit dunkler Teilungslinie in den lichteren Fransen. Die Hinterflügel dunkler aschgrau, ebenfalls ohne Spur einer Zeichnung, wie die Vorderflügel mit in der Endhälfte etwas lichteren Fransen. Die Unterseite aller Flügel einfärbig aschgrau, der Apikalteil der etwas dunkleren Vorderflügel hellgrau bestäubt.

Am nächsten kommt der vorliegenden Form die var. *mauretanica* Rbl., welche aber lichtere, mehr sandfarbige Vorderflügel und im Basalteil weißliche Hinterflügel besitzt.

203. Pyrausta virginalis (Dup.) **auroralis** Z.

Ein ♂ von Jarbaschi.

204. Noctuelia vespertalis HS. — Rbl., Cat. Nr. 1296.

Ein frisches ♂ von Jarpuz (Das Dagh), 11. Juni.

Pterophoridae.

205. Alucita pentadactyla L. — Rbl., Cat. Nr. 1348.

Zwei sehr kleine Stücke (♀) von Jarbaschi. Neu für das Gebiet.

206. Alucita ? calcaria Led. — Rbl., Cat. Nr. 1363.

Ein beschädigtes, sehr großes ♂ von Entili, 10. Mai. Die Art ist bereits auch von Amasia und Palästina bekannt (M. C.).

207. Pterophorus monodactylus L. — Rbl., Cat. Nr. 1387.

Ein Stück von Jarbaschi.

Tortricidae.

208. Dichelia (Hastula) hyerana Mill. — Chapm., Ent. Monthl. Mag. (2), XVI., 1905, p. 100 ff., pl. 3 bis 7; ib., XVII., 1906, p. 243, pl. 3; ib. XVIII., 1907, p. 31 ff., pl. 1, 2; Tr. Ent. Soc., 1906, p. 155, pl. 8; ib. 1908, pl. 14, Fig. 8 bis 13.

Mehrere gezogene Stücke, ohne näheren Fundort, stammen wahrscheinlich aus dem Küstengebiet, wo die Raupe auf *Asphodelus* gelebt haben dürfte. Ein Stück gehört der dunklen Form *marginana* Wlsghm. an. Chapman (l. c.) hat sich eingehend über die ersten Stände der Art und ihre Variabilität als Falter geäußert. Die Art wurde bisher östlich von Dalmatien nicht beobachtet.

209. Cnephasia incertana Tr. — Rbl., Cat. Nr. 1624.

Ein ♂ von Entili, 10. Mai.

210. Notocelia uddmanniana L. — Rbl., Cat. Nr. 2055.

Zwei in Größe sehr verschiedene ♂ von Jarbaschi, anfangs Mai.

211. Laspeyresia (Grapholitha) orobana Tr. — Rbl., Cat. Nr. 2216.

Ein ♀ von Jarbaschi, Mitte Mai.

Gelechiidae.

212. Rhinosia ferrugella Schiff, — Rbl., Cat. Nr. 2924.

Von Jarbaschi und Schechle, 12. Mai, je ein Stück (♂, ♀).

213. Pleurota pyropella Schiff. — Rbl., Cat. Nr. 3081.

Ein frisches ♂ von Schechle, 12. Mai.

214. Pleurota metricella Z. — Rbl., Cat. Nr. 3086.

Ein ♂ von Jarpuz, 11. Juni.

215. Pleurota galaticella Stgr. — Rbl., Cat. Nr. 3107.

Ein frisches ♀ von Jarbaschi dürfte hierher gehören, obwohl auf den Vorderflügeln der Raum zwischen Mittel- und Vorderrandsstreifen sehr breit und die Hinterflügel viel dunkler, schwärzlichgrau sind. Die Gestalt des Mittelstreifens stimmt mit typischen männlichen Stücken überein, das Palpenendglied ist sehr lang.

216. Pleurota simplex Stgr. — Rbl., Cat. Nr. 3109.

Ein kleines ♂ von Chanziri, 9. Juni.

217. Apiletria purulentella Stt. — Rbl., Cat. Nr. 3129.

Ein (geflogenes) ♀ von Jarbaschi.

218. Psecadia bipunctella F. — Rbl., Cat. Nr. 3143.

Mehrere frische Stücke von Das Dagh bis Alexandrette, 7. Juni.

219. Psecadia aurifluella Hb. — Rbl., Cat. Nr. 3171.

Ein ♂ von Jarbaschi; die Hinterflügel fast rein weiß mit schwärzlichen Fransen.

Tineidae.

220. **Rhodobates laevigatellus** HS. — Rbl., Cat. Nr. 4518.

Mehrere ♂ von Schechle, 12. Mai.

221. **Nemotois annae** Z. — Rbl., Cat. Nr. 4698.

Ein frisches ♂ von Jarbaschi, 5. Mai.

222. **Nemotois fasciellus** F. — Rbl., Cat. Nr. 4704.

Von Schechle und Chanziri, 12. Mai, 9. Juni.

Liste der neubeschriebenen Arten und Formen.

Colias aurorina (HS.) *taurica* Rbl., ab. ♀ *leucothea*, p. 9.
Melitaea phoebe (Knoch.) *amanica*, p. 10.
Orgyia Tölgi, p. 22.
Sciapteron aurantiacum, p. 32.
Sesia almana, p. 33.
Herculia almanalis, p. 35.
Cledeobia bombycalis (Schiff.) *almanica*, p. 36.
Pyrausta aerealis (Hb.) *unicolor*, p. 37.

Fragmente zur Mykologie

(XIX. Mitteilung, Nr. 1001 bis 1030)

Von

Prof. Dr. Franz v. Höhnel
k. M. k. Akad.

(Mit 19 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1917)

1001. Über Chaetostroma pedicillatum Preuss.

Der Pilz ist beschrieben in Linnaea, 1851, 24. (8.) Bd., p. 148 und steht in der Syll. Fung. bei *Volutella* (IV. Bd., p. 683). Der Pilz wächst auf Rosenzweigen. Das von Fuckel in den F. rhen., Nr. 1534 auf Weinblättern unter diesem Namen ausgegebene Exemplar ist ein ganz anderer Pilz. Ein Originalexemplar von Preuss wird wohl kaum vorhanden sein.

Es ist mir jedoch nicht zweifelhaft, daß der auch auf Rosenzweigen wachsende, unter dem Namen *Volutella ciliata* (A. et S.) Fr. f. *minor* in D. Saccardo, Mycoth. ital., Nr. 1596 ausgegebene Pilz mit *Chaetostroma pedicillatum* Preuss identisch ist.

Die Untersuchung dieses Pilzes zeigte mir, daß derselbe eine neue Basidiomycetengattung darstellt, die etwa zwischen *Peniophora* und *Wiesnerina* v. H. (Denkschr. der mat.-naturw. Klasse der Kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, 1907, 83. Bd., p. 7) in der Mitte steht.

Der Pilz entwickelt sich aus einem hyalinen parenchymatischen unter dem Periderm und der Epidermis eingewachsenen, gut ausgebildeten Stroma und bricht einzeln oder gebüschelt hervor. Er ist anfänglich knopf- oder scheibenförmig, oben

konvex, unten dickstielig verschmälert, schließlich oben flach und konkav werdend und dann schüssel- bis verbogen schalenförmig. Außen ist derselbe von langen hyalinen Borsten bekleidet, die schon auf der Basis desselben auftreten und den Cystiden gleichen. Das zähfleischige Gewebe ist unten hyalin parenchymatisch, mit 4 bis 10 μ großen, mäßig dünnwandigen Zellen.

Nach oben hin wird das Gewebe rasch radiär parallelfaserig, zeigt 1 bis 2 Schichten und besteht hier aus 2 bis



Fig. 1.

Medianschnitt durch *Peniophora pedicillata* (Preuss) v. Höhnel, 75fache Vergrößerung; zwei Sporen, 1400fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

3 μ dicken, dünnwandigen, fast parallel verwachsenen Hyphen, die zum Teil in dünne Paraphysen, teils in die sehr langen, 2 bis 2·5 μ breiten Basidien ausgehen. Die Sterigmen sind dünn und etwa 4 μ lang. Es scheinen nur zwei auf jeder Basidie gebildet zu werden. Die 0·2 bis 1 *mm* breite rundliche Scheibe zeigt zahlreiche *Peniophora*-Cystiden, die zum Teil ganz eingewachsen sind, meist aber weit vorragen. Die-

selben sind 140 bis 420 μ lang, zylindrisch, unter der Mitte mit 5 bis 6 μ respektive 8 bis 12 μ am dicksten, daselbst mit 2 bis 4 μ dicker Wandung. Nach unten und nach dem abgerundeten oder spitzen oberen, oft dünnwandigen Ende werden sie allmählich dünner. Oben einzellig, zeigen sie weiter unten 4 bis 5 dünne Querwände. Die Sporen sind länglich, nach beiden Enden etwas verschmälert, oben abgerundet, unten spitz, mit Öltröpfchen im Inhalt und etwa 6 ≍ 2 μ groß.

Der Pilz ist anfänglich weiß und wird dann gelblich. Derselbe ist von Ferraris in der Flora crypt. italiana, Pars I, Fungi, 1910, *Tubercularieae*, p. 61 als einziges italienisches Exsikkat von *Volutella ciliata* angeführt!

Der Pilz unterscheidet sich von *Peniophora* und *Wiesnerina* durch die Scheiben- oder Schüsselform des Fruchtkörpers.

Peniophorina n. g. v. H.

Basidiomyceten. Fruchtkörper festfleischig, hervorbrechend, scheiben- bis schalenförmig, mehr minder gestielt. Außen borstig. Hymenium mit *Peniophora*-Cystiden. Eubasidien lang und schmal, Sporen einzellig, hyalin.

Mit *Peniophora* und *Wiesnerina* verwandt.

Typusart: **Peniophorina pedicillata** (Preuss.) v. H.

Syn.: *Chaetostroma pedicillatum* Preuss 1851.
Volutella pedicillata (Preuss) Sacc. 1886.
Volutella ciliata (A. et S.) Fr. f. *minor* D. Sacc. 1904.

1002. Claudopus tomentellicola v. H. n. sp.

Hut weiß, halbkugelig, mit undeutlicher Papille, 3 bis 4 *mm* breit, Hutrand eingebogen. Stiel zentral oder etwas exzentrisch, wie der Hut filzig-samtig, dünn, 3 bis 4 *mm* lang. Lamellen locker stehend, weiß, dann rosa, schmal faltenförmig, bis lanzettlich und etwas bauchig, gegen den Stiel stark verschmälert. Cystiden fehlend. Sporen 10 bis 14 ≍ 7 bis 9 μ groß, länglich, unten spitz vorgezogen, eckig, mit einem Öltropfen.

Auf einem morschen Laubholzstumpf auf *Tomentella* sp. schmarotzend, am großen Wienerberg (Prebrunn) bei Tullnerbach im Wienerwalde, Juli 1916.

Der Pilz könnte auch als *Leptonia* gelten und ist mit *Leptonia parasitica* Quélet (Flora myc. France, 1888, p. 177) nahe verwandt. Diese schmarotzt aber auf *Cantharellus cibarius* und wird wohl spezifisch verschieden sein, was nur der direkte Vergleich zeigen könnte. Ebenso ist der neuerdings in Nordamerika auf *Polyporus perennis* entdeckte *Claudopus subdepluens* Fitzpatrick (Mycologia, 1915, VII. Bd., p. 34) mit dem beschriebenen nahe verwandt oder identisch, was ohne Vergleich nicht festzustellen ist.

1003. Über Hypholoma lacrymabundum (Fries) Quélet.

Diese vielfach verwechselte Art ist zwar weit verbreitet, aber überall selten. Ricken scheint sie nie gefunden zu haben. Ich fand sie dreimal bei Tullnerbach und Preßbaum im Wienerwald und einmal an einem liegenden Pappelstamm im Prater.

Obwohl Maire in Bull. soc. Myc. France, 1911, 27. Bd., p. 441 die Geschichte und Synonymie derselben in erschöpfender Weise dargelegt hat, macht Ricken in seinem sonst vortrefflichen Werke über die Blätterpilze Deutschlands, Leipzig 1915, p. 243 in Unkenntnis von Maire's Arbeit die Angabe, daß *Hypholoma lacrymabundum* Fr. und *Stropharia caput Medusae* Fr. derselbe Pilz ist, aus dem Fries zwei Arten gemacht hat. Das ist aber sicher falsch, wie schon aus den Angaben über die Sporen und Cystiden hervorgeht. *H. lacrymabundum* hat meist zylindrisch-längliche, oft etwas gekrümmte, manchmal etwas keilige, $8 \asymp 4$ (7 bis $9 \asymp 4$ bis 5) μ große, durchscheinend violettbraune Sporen und 30 bis $40 \asymp 11$ bis 12 μ große, unten bauchige, oben kegelige, stumpfliche Cystiden, während *H. caput Medusae* nach Ricken dunkelrotbraune, fast spindelige, 10 bis $12 \asymp 4$ bis 5 μ große Sporen und blasig-flaschenförmige 45 bis $60 \asymp 12$ bis 20 μ große Cystiden hat. Auch ist der erstere Pilz ein Laubholzpilz, der andere ein Nadelholzpilz.

Noch bemerke ich, daß der in Hoffmann, Icones anal. fung., 1862, p. 64, Taf. 15, Fig. 3 als *Hypholoma lacrymabundum* behandelte Pilz, den Maire mit Zweifeln anführt, offenbar *Hypholoma melantinum* Fr. = *H. lepidotum* Bresadola ist.

1004. Über Gloniella perexigua (Speg.) Sacc. **und deren Nebenfruchtform.**

Die Hysteriaceen harren noch einer genauen Untersuchung auf Querschnitten. Hier gibt es neben ganz oberflächlichen Formen auch subcuticuläre, ferner in der Epidermis und tiefer eingewachsene Formen. Manche Gattungen gehören überhaupt nicht dazu. So die Gattung *Hysteropsis* Rehm, die ich in diesen Fragmenten, Nr. 395 (VIII. Mitt., 1909) zu den Pseudophacidieen gestellt habe. Bei den Hypodermieen fehlt überall die nähere Angabe, ob die Fruchtkörper unter oder in der Epidermis eingewachsen sind oder in der Außenwand unter der Kutikula.

Ich fand, daß der Typus der Gattung *Hypodermella, H. Laricis* v. Tubeuf in der Epidermis eingewachsene Fruchtkörper hat, während *Gloniella perexigua* (Speg.) Sacc. unter der Kutikula sitzt. Erst wenn diese Verhältnisse genauer bekannt sein werden, wird es möglich sein, die Hysteriaceen-Gattungen richtig zu charakterisieren und scharf abzugrenzen und ein richtiges System derselben herzustellen.

An von P. P. Strasser im Mai 1916 am Sonntagsberg in Niederösterreich gesammelten dürren Zweigen von *Senecio nemorensis* traf ich die bisher in Deutschland nur einmal gefundene *Gloniella perexigua* (Speg.) Sacc. an. Die kleinen, rundlichen oder länglichen, öfter zu mehreren der Länge nach verschmelzenden Fruchtkörper bedeckten die dünnen Zweige ganz dicht. Zwischen denselben fanden sich zahlreiche Stromata einer Leptostromacee, die äußerlich von den schlauchführenden *Gloniella*-Fruchtkörpern nicht zu unterscheiden waren und, von der Fruchtschichte abgesehen, auch den gleichen mikroskopischen Bau zeigten. Querschnitte zeigten, daß nicht nur beide Formen unter der Kutikula eingewachsen waren, sondern daß auch einzelne gestreckte Fruchtkörper

an dem einen Ende Schläuche und an dem anderen Konidien aufwiesen, zum Beweise, daß beide zusammengehören.

Der erste, der bei einer verwandten Form dieselbe Beobachtung gemacht hat, war Fuckel (Symb. myc., II. Nachtr., 1873, p. 53), der in *Leptothyrium Lunariae* Kze. neben Conidienbildung auch reife Schläuche antraf. Da sein Originalexemplar in F. rhen., Nr. 2471 mir keine Schläuche zeigte, so vermutete ich (diese Fragmente, 518, X. Mitt., 1910) einen Irrtum von Seite Fuckel's. Da ich nun aber an einer ganz ähnlichen Form die gleiche Beobachtung gemacht habe, muß Fuckel doch richtig gesehen haben. Fuckel nennt den Schlauchpilz *Microthyrium Lunariae* (Kze.). Derselbe kann jedoch nur als Hypodermiee aufgefaßt werden und müßte zu *Hypoderma* gestellt werden, da er zweizellige hyaline, 16 ≍ 6 μ große Schlauchsporen hat. Indessen stellt Rehm neuerdings (Berichte der Bayer. Bot. Ges., 1912, XIII. Bd., p. 113) zu *Hypoderma* die Formen mit ein- bis zweizelligen Sporen und zu *Gloniella* die Formen mit zwei- bis vierzelligen Sporen, wodurch der Unterschied zwischen den beiden Gattungen verwischt wird. Da nun aber Fuckel's Pilz zweifellos am nächsten mit *Gloniella sarmentorum* (de Not.) Rehm verwandt ist, so mag er *Gloniella Lunariae* (Fuck.) v. H. genannt werden.

Die gefundene *Gloniella perexigua* hat 170 bis 210 μ lange, 100 bis 130 μ breite und 40 bis 50 μ dicke Fruchtkörper, die aber manchmal zu 1 bis 2 *mm* langen Körpern verschmelzen. Sie sind ringsum mit einer schwarzbraunen einfachen Zellschichte überzogen, die aus dicht aneinanderschließenden, polygonalen, 4 bis 5 μ breiten, gegen den Rand radiär angeordneten Zellen besteht. Ein Ostiolum fehlt völlig. Sie reißen meist mit einem Längspalt auf. Die Schläuche sitzen auf einer dünnen, kleinzelligen, hyalinen Basalschichte, sind keulig, nicht oder kaum gestielt, überall gleichmäßig dünnwandig und 40 bis 48 ≍ 10 μ groß. Die Paraphysen sind fädig, nicht typisch und werden schließlich undeutlich. Die Sporen sind hyalin, meist vierzellig, zartwandig und 9 bis 15 ≍ 3 bis 5 μ groß. Sie stehen zweireihig im Schlauche,

haben abgerundete Enden und sind bald schmal zylindrisch, bald elliptisch oder fast keulig.

Die als *Leptothyrina perexigua* v. H. zu bezeichnende Nebenfrucht des Pilzes ist vielleicht schon unter irgendeinem Namen beschrieben, bei dem Umstand jedoch, daß die heutigen Beschreibungen der Leptostromaceen ganz ungenügend und die meisten Exsikkate derselben unsicher und unbrauchbar sind, war es mir nicht möglich, dieselbe auf eine bekannte Art zurückzuführen. Dieselbe ist ganz so gebaut wie *Leptothyrina Rubi* (Duby) v. H. in diesen Fragmenten, Nr. 926 (XVII. Mitt., 1915), die braunen Zellen der Deckmembran sind aber oben größer (4 bis 5 μ breit), dann zeigt sich niemals ein Ostiolum und sind die Conidien etwas größer (meist 5 bis 7 ≍ 1 μ). Der direkte Vergleich der beiden Formen zeigte mir ihre Verschiedenheit.

1005. Über Ascospora microscopica Niessl.

Da nach Fries 1825 *Ascospora* Fries = *Oligostroma* Th. et S. 1915 (Phyllachoracee) ist, nach Fries 1849 aber eine Mischgattung ist, deren Typus *A. brunneola* Fr. wäre, die jedenfalls keine Phyllachoracee ist und heute als *Mycosphaerella* gilt, so wird es am besten sein, die Gattung *Ascospora* fallen zu lassen, da sie verschieden gedeutet werden kann.

Daher ergibt sich die Frage, was die einzelnen heutigen *Ascospora*-Arten sind.

Von *Ascospora Himantia* (P.) Fr. habe ich gefunden, daß es eine Trabutinee ist: *Omphalospora* Th. et S. 1915. Das gleiche gilt auch von *Ascospora melaena* (Fr.).

Ascospora microscopica Niessl ist beschrieben und ausgegeben in Rabenhorst, F. europ., Nr. 1939. Die Untersuchung dieses Originalexemplares zeigte mir, daß der Pilz eine Hypodermiee ist, bei der auch die zugehörige Nebenfrucht auftritt. Die braunen morschen *Rubus*-Blätter zeigen oberseits zahlreiche unregelmäßig rundliche, 40 bis 80 μ große, unten flache, oben flachgewölbte, etwa 20 μ dicke Fruchtkörper, die sich auf der Epidermis unter der Cuticula entwickeln. Die große Mehrzahl dieser Fruchtkörper ist bereits

entleert und zeigt oben ein scharf begrenztes, unregelmäßig rundliches, 8 bis 10 μ großes Ostiolum, das sich öfter stark erweitert. Die meisten der nicht verblühten Fruchtkörper sind eine Leptostromacee mit gerade-zylindrischen, hyalinen, 12 bis 14 μ langen und 2 bis 3 μ breiten Conidien, die in einer einfachen Lage auf kaum merklichen kurzen Trägern auf einer sehr dünnen, hyalinen Basalschichte sitzen, die aus sehr kleinen, unregelmäßig angeordneten Zellen besteht. Diese Conidien sind oben abgerundet, unten kurz zugespitzt und zeigen 4 bis 6 glänzende Tröpfchen im Inhalt. Es scheint, daß sie schließlich vier- bis sechszellig werden. Die Fruchtkörper haben eine ringsherumgehende, oben nur 2 bis 3 μ dicke, an der Basis 5 bis 7 μ dicke, braun- oder violettschwarze, einzellschichtige Haut, die oben und unten gleich gebaut ist und in der Mitte aus polygonalen, gegen den Rand zu etwas radiär verlängerten, oft mäandrisch verlaufenden und lappigen Zellen besteht.

Diese Leptostromacee kann weder als *Leptothyrina* v. H. (diese Fragmente, Nr. 926), noch als *Rhabdothyrium* v. H. (diese Fragmente, Nr. 927) noch als *Leptothyrium* Kze. (diese Fragmente, Nr. 518) angesehen werden. Sie stellt eine neue Formgattung dar, die ich *Rhabdothyrella* nenne.

Rhabdothyrella v. H. n. g.

Leptostromaceae. Fruchtkörper klein, subcuticulär, oben und unten mit einer mehr minder deutlich radiär gebauten, zelligen, einlagigen, fast schwarzen Grenzhaut versehen. Fruchtboden unten, flach, hyalin, dünn, aus sehr kleinen unregelmäßig angeordneten Zellen bestehend. Conidienträger sehr kurz. Conidien zylindrisch, mittelgroß, hyalin, einzellig (mit einer Reihe von Öltröpfchen [schließlich mehrzellig?]), nur einmal gebildet und daher in einer Lage parallel nebeneinander stehend. Blattbewohner. Nebenfrüchte von Hypodermieen.

Typusart: **Rhabdothyrella microscopica** v. H

Syn.: *Ascospora microscopica* Niessl pro parte.

Genau die gleichen Fruchtkörper, doch meist weniger dunkel gefärbt, treten, Schläuche enthaltend, aber nicht ganz

ausgereift, sehr spärlich und schwer zu finden, zwischen den Conidien führenden Fruchtkörpern auf. Die Schläuche sind keulig-spindelig, ziemlich derbwandig und kurz gestielt, $28 \asymp 8$ bis $10\,\mu$ groß. Dazwischen sind fädige, zum Teil oben schwach länglich verdickte und gerade Paraphysen vorhanden. In den Schläuchen liegen schief in zwei bis drei Lagen acht längliche, etwas spindelige oder fast keulige, hyaline, gerade, einzellige, $8 \asymp 2$ bis $2 \cdot 5\,\mu$ große Sporen, die ein paar Öltropfen enthalten und zuletzt vielleicht zweizellig werden. Ich habe sie nur im Schlauche nicht ganz ausgereift beobachtet.

Die von Niessl angegebenen Sporen sind nicht die Schlauchsporen, sondern die Conidien. Er hat die Conidienfrüchte übersehen und die herumliegenden Conidien für ausgetretene Schlauchsporen gehalten.

Dieser Schlauchpilz ist eine zweifellose Hypodermiee und mag vorläufig als *Gloniella microscopica* (Niessl) v. H. bezeichnet werden. Indessen müssen die Hypodermieen noch kritisch nachgeprüft werden und wird erst festzustellen sein, was eigentlich *Hypoderma* DC. ist, denn diese Gattung ist heute eine Mischgattung.

Ich stelle bis auf weiteres jene hierhergehörigen Formen, welche subcuticulär wachsen, zu *Gloniella* Sacc. (em. v. H.) und jene, die in oder unter der Epidermis eingewachsen sind, zu *Hypoderma* DC. (em. v. H.).

Noch sei bemerkt, daß *Rhabdothyrella* der Gattung *Cystothyrium* Spegazzini (Bol. Acad. nac. Ciencas de Cordoba, 1887, XI. Bd., p. 303, Nr. 430, 431) möglicherweise nahesteht oder davon nicht genügend verschieden ist. Dies festzustellen, reichen Spegazzini's Angaben nicht hin.

1006. Über Hypoderma Rubi (P.) und Leptostroma virgultorum Saccardo.

Unter *Leptostroma virgultorum* versteht Saccardo (Michelia, 1881, II. Bd., p. 353) nur die Nebenfrucht von *Hypoderma virgultorum* DC. f. *Rubi* = *Hypoderma Rubi* (P.). Es ist daher falsch, wenn Diedicke (Krypt.-Fl. Brandenb., IX., Pilze, VII., p. 716) *Leptostroma virgultorum* Sacc. zu

Hypoderma virgultorum (P.) DC. überhaupt zieht, denn diese Art, welche Rehm (Ber. Bayr. bot. Ges., München, 1912, XIII. Bd., p. 112) mit *Hypoderma commune* (Fr.) Duby synonym erklärt, ist vielleicht eine Mischart, deren Formen, wie mir das Exemplar von *Hypoderma commune* (Fr.) Duby auf *Prenanthes*-Stengeln in Krieger, F. sax., Nr. 2273 zeigte, einander allerdings sehr nahe stehen werden.

Indeß ist auf jeden Fall der von Diedicke, l. c. beschriebene Pilz, wenn seine Angaben und Fig. 8, p. 718 richtig sind, von *Leptostroma virgultorum* Sacc. völlig verschieden.

Da ich im Sommer 1916 auf *Rubus*-Ranken beide oben genannten Pilze so vergesellschaftet fand, daß an ihrer Zusammengehörigkeit nicht gezweifelt werden konnte, war ich in der Lage festzustellen, was *Leptostroma virgultorum* Sacc. ist.

Hypoderma Rubi (P.) entwickelt sich in der Epidermis und ist mit der Außenwand derselben fest verwachsen. Das Gehäuse des elliptischen bis 1 *mm* langen, 0·5 *mm* breiten und 120 μ dicken Pilzes ist auch an dünnen Querschnitten ganz schwarz. Die Basalschichte ist etwa 10 bis 15 μ dick; doch wechseln ganz dünne Stellen mit dicken ab. Die Außenkruste ist am Rande ähnlich dünn und wird gegen die Mitte allmählig 50 μ dick. In der Mitte befindet sich der vorgebildete Längsspalt, mit dem der Fruchtkörper sich öffnet. Dieser Spalt ist von hyalinem, quellendem Gewebe begrenzt. Die Fruchtschichte ist streng basal. Die Schlauchfrucht tritt zerstreut in den dichten Heerden der Nebenfrucht auf. Diese, das *Leptostroma virgultorum* Sacc. entwickelt sich ganz so, wie die Schlauchfrucht streng in der Epidermis, ist daher keine subcuticuläre Leptostromacee. Die meist länglichen, 160 bis 320 μ langen, 100 bis 180 μ breiten und 70 μ dicken Stromata zeigen, von oben gesehen, einen etwas unregelmäßigen Rand, der breit opak schwarz ist und ein braunes Mittelfeld, in dem ein bis vier scharf begrenzte rundliche acht bis 12 μ breite, flache Ostiola, meist in der Mitte in einer Reihe liegen. Am Rande der Stromata finden sich kurze, lappige 4 bis 6 μ breite Hyphenfortsätze. Das Mittelfeld zeigt

eine Lage von braunen, dichtstehenden, 2 bis 3 μ großen Parenchymzellen, welche die Decke des Stromas bilden und der Außenwand der Epidermiszellen mit ihren Fortsätzen nach innen fest angewachsen sind. In dieser Deckschichte bleiben die Ostiola als Löcher frei. Die schwarzbraune Basalschichte des Pilzes ist sehr ungleich entwickelt, stellenweise ganz dünn oder dick, auch bildet sie Fortsätze nach oben, die eine schwache Kammerung des Loculus bewirken. Durchschnittlich ist die Basalschichte etwa 8 μ dick und besteht aus offenen, 3 bis 5 μ großen Parenchymzellen. Auf der Basalschicht liegt eine ziemlich dicke Lage von kleinen hyalinen Zellen, auf der die einfachen, etwa 16 bis 24 ≈ 1 μ großen Träger dicht angeordnet sitzen. Die Conidien sind stäbchenförmig, etwa 3 bis 6 ≈ 0·5 bis 1 μ groß.

Der Pilz paßt ganz gut in die von mir in diesen Fragmenten, Nr. 962, XVIII. Mitt., 1916 aufgestellte Gattung *Hypodermina*. Die Typusart *H. nervisequia* (Link) v. H. hat zwar lang gestreckte, schmale Stromata mit deutlichen Loculi; allein das sind nebensächliche Umstände, die Querschnitte beider Pilze gleichen sich in allen wesentlichen Punkten. Er muß daher *Hypodermina virgultorum* (Sacc.) v. H. genannt werden.

Zur Vervollständigung meiner Angaben über *Hypodermina nervisequia* bemerke ich noch, daß auch bei dieser Typusart die dünne Decke Durchbrechungen zeigt, welche den Ostiolen entsprechen. Meist bleiben einzelne Epidermiszellen ohne Deckenbelag. Doch finden sich auch sonst rundliche, kleine Stellen ohne Deckenbelag. Auch habe ich mich nun davon überzeugt, daß die Loculibildung keine so ausgesprochene ist, wie ich angab, so daß auch in dieser Beziehung kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden *Hypodermina*-Arten besteht, um so weniger als auch die Typusart manchmal nicht verlängert ist; offenbar müssen die ganz langen und schmalen Stromata durch Verschmelzung von mehreren kleineren entstanden sein. Dementsprechend muß die Beschreibung der Gattung *Hypodermina* etwas geändert werden.

Die Gattung *Hypoderma* DC. ist auch in ihrer heutigen Begrenzung eine Mischgattung. Es gilt dies wahrscheinlich für die meisten Hypodermieengattungen, denn die hierher

gehörigen Arten sind noch nicht auf ihr Verhalten im Querschnitt, das maßgebend ist, geprüft worden. Die Hypodermieen und Phacidiaceen stehen den *Dothideales* sehr nahe und müssen nach ähnlichen Gesichtspunkten wie diese behandelt werden. Es dürfen daher nicht wie bisher Arten, deren Fruchtkörper oberflächlich, subcuticulär, intraepidermal oder tiefer liegen, in dieselbe Abteilung oder gar Gattung gestellt werden.

Schon eine zweite bisher als typische Art der Gattung *Hypoderma* betrachtete Form verhält sich ganz anders *H. Rubi* (P.). Die Fruchtkörper von *Hypoderma scirpinum* DC. entwickeln sich subcuticulär und haben daher auch eine echte Leptostromacee *Leptostroma scirpinum* Fries als Nebenfrucht (siehe diese Fragmente, Nr. 928, XVII. Mitt., Nr. 1915). *Hypoderma scirpinum* DC. wird daher als *Gloniella* Sacc. emend. Rehm. zu gelten haben. Diese Gattung ist bisher auch in Rehm's Fassung (l. c., p. 113) von *Hypoderma* ganz ungenügend abgegrenzt. Eine ganz scharfe Abgrenzung wird aber gewonnen, wenn man zu *Hypoderma* die intraepidermalen, gegebenenfalls auch die subepidermalen Formen stellt und zu *Gloniella* nur die subcuticulären.

Ebenso verhält es sich mit *Hypodermella* Tubeuf (Bot. Zentralbl., 1895, 61. Bd., p. 49). Während sich die Typusart *Hypodermella Laricis* Tub. in der Epidermis entwickelt, bildet sich die zweite Art, *Hypodermella sulcigena* (Link) Tub., eine Zellschichte tief unter der Epidermis aus. Es ist offenbar eine andere Gattung, *Lophodermella* v. H., die einen Übergang zu *Lophodermium* bildet.

1007. Über die Stellung der Gattungen Entopeltis v. Höhnel und Vizella Saccardo.

Die Ursache, warum viele Ascomycetengattungen falsch eingereiht werden, beruht in der Regel entweder darauf, daß der betreffende Gattungstypus unrichtig oder ungenügend beschrieben wurde oder daß die Abteilung, in welche er gehört, falsch charakterisiert wird. So überzeugte ich mich, daß die Euphacidieen und Pseudophacidieen ganz falsch gekennzeichnet wurden, so daß man zu falschen Beurteilungen gelangt, wenn man sie nach der falschen Charakteristik dieser Familien vornimmt.

Dasselbe gilt auch für die Hypodermieen. Diese werden gewohnterweise mit den Hysterineen in Verbindung gebracht, offenbar deshalb, weil jene Hypodermeen, die auf schmalen, langgestreckten Substraten wachsen, so wie die Hysterineen meist mit einem Längsspalt aufreißen. Dieses Merkmal ist aber nebensächlicher Art und ist durch die Form des Substrates bedingt, denn auf breiten Blättern wachsende Hypodermeen bilden oft ein rundliches Ostiolum aus. Die Hysterineen dürften sich aus den Lophiostomaceen entwickelt haben und mit diesen zusammen eine natürliche Gruppe bilden, was indeß noch studiert werden muß; mit den Hypodermieen haben sie gewiß nichts zu tun.

Die Folge des Umstandes, daß die Hypodermieen unrichtigerweise als mit einem zarten Längsspalt sich öffnende Fruchtkörper besitzende Pilze gekennzeichnet werden, ist, daß man bei Formen, die ein rundliches Ostiolum aufweisen, gar nicht daran denken kann, sie als Hypodermieen zu betrachten.

Ein kritisches Studium der Typen der Hypodermieengattungen wird lehren, wie die Hypodermieen zu kennzeichnen sein werden, welcher Umfang dieser Gruppe zuzuschreiben sein wird, ob man zu ihr nur subcuticuläre Formen (*Gloniella* Rehm, non Sacc.) oder auch intraepidermale (*Hypodermella* Tubeuf) oder auch Formen mit noch tiefer entstehenden Fruchtkörpern stellen wird.

Sicher ist, daß die subcuticulären, nach ihren sonstigen Eigenschaften hier in Betracht kommenden Formen alle als echte Hypodermieen zu gelten haben werden.

Als ich 1910 (X. Mitt. dieser Fragmente, Nr. 489) die Gattung *Entopeltis* aufstellte, blieb ich aus den auseinandergesetzten Gründen über ihre Stellung ganz im Unklaren. Nun aber steht für mich fest, daß es eine echte Hypodermiee ist. *Entopeltis interrupta* (Wint.) v. H. verhält sich im Fruchtkörperbau ganz ähnlich wie *Gloniella* Rehm non Sacc. und wächst ebenso subcuticulär. Das Verhalten des Ostiolums ist ganz gleichgültig, da rundliche Mündungsöffnungen auch bei *Gloniella*-Fruchtkörpern vorkommen.

Ebenso ist die Gattung *Vizella* Sacc. (Syll. fung., 1883. II. Bd., p. 662) nach Theyssen's Beschreibung des Typus derselben, *Vizella conferta* (Cooke) Sacc. (Broteria, Ser. Botan., 1914, XII. Bd., p. 14, Fig. 1) eine echte subcuticuläre Hypodermiee.

Der Pilz wurde von Cooke (Grevillea, 1877, VI. Bd., p. 118) zuerst als *Micropeltis conferta* beschrieben, mit braunen, einzelligen Sporen. Nach Theyssen sind jedoch die Schlauchsporen mauerförmig geteilt und hyalin. In denselben Fruchtkörpern kommen auch braune einzellige Conidien vor, die von Cooke für Schlauchsporen gehalten wurden.

Cooke und Saccardo betrachten den Pilz als Mikrothyriacee, Theyssen scheint ihn als Sphaeriacee aufzufassen. Er ist aber eine typische Hypodermiee.

1008. Über Phacidium Piceae Fuckel.

Der Pilz ist in Fuckel, Symb. myc., 1873, II. Nachtr., p. 51 beschrieben und in den F. rhen., Nr. 2561 ausgegeben. Rehm (Hysteriac. und Discomyc., 1887 bis 1896, p. 80) stellte den Pilz zu *Coccomyces*.

Die Untersuchung des Originalexemplares zeigte mir, daß derselbe nichts anderes ist, als die auf Weißtannennadeln wachsende Form von *Lophodermium pinastri* (Schrad.).

Rostrup (siehe Lind, Rostrups Danish Fungi, 1913, p. 146) nennt diese Form *Lophodermium abietis* R., die sich durch kürzere Schläuche und Sporen von der Form auf Föhrennadeln unterscheiden soll. Wenn man dies tut, müßte der Name *Lophodermium Piceae* (Fuck.) v. H. angewendet werden. Allein, soviel ich sah, ist diese Unterscheidung nicht stichhaltig.

1009. Über die Gattung Pseudophacidium Karsten.

Diese Gattung wurde in Acta Soc. Fauna et Flora fenn., 1885, II. Bd., Nr. 6, p. 157 aufgestellt. Die Typusart ist *Ps. Ledi* K.

Pseudophacidium Ledi entwickelt sich nach Fragment Nr. 1011 ganz in der Epidermis, ist mit der Außenwand

derselben fest verwachsen und öffnet sich mit einem vorgebildeten, wulstig berandeten Längsspalt.

Karsten stellt die Gattung in die Familie IV. *Phacidiaceae* Fries-Karsten Subfamilie I. *Triblidieae*, welche er so charakterisiert: Apothecia erumpentia, mox superficialia, nigricantia.

Pseudophacidium soll lappig aufspringende Apothecien haben.

Ps. Ledi hat aber weder hervorbrechende noch lappig aufspringende Apothecien. Daher ist die Gattung von Karsten

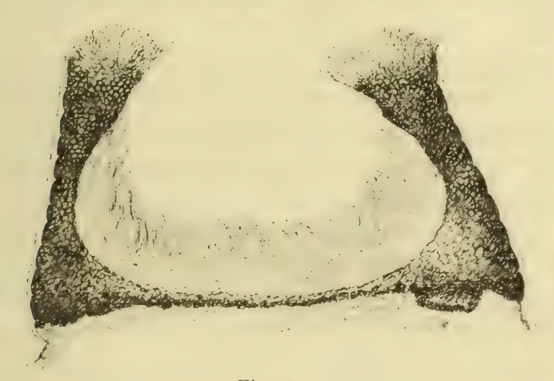


Fig. 2.

Medianschnitt durch *Pseudophacidium Ledi* (A. et Schw.) Karsten, 160fache Vergrößerung.

Gezeichnet von Prof. Josef Weese.

falsch beschrieben worden. Derselbe stellte in die Gattung noch drei weitere Arten, davon ist *Ps. rugosum* (Fr.) ein *Phacidium*, während *Ps. degenerans* K. und *Ps. Callunae* K., wie sich zeigen wird, in zwei verschiedene Gattungen gehören, so daß die vier von Karsten zu *Pseudophacidium* gestellten Arten in ebensoviele Gattungen gehören.

Daraus geht hervor, daß nur *Ps. Ledi*, die erst angeführte Art, als der Typus der Gattung in dieselbe gehört und daß *Pseudophacidium* anders charakterisiert werden muß.

Pseudophacidium Karsten emend. v. Höhnel.

Ascomata ganz in der Epidermis eingewachsen und mit der Außenwand derselben bleibend verwachsen, mit einem vorgebildeten, wulstig berandeten Spalt sich schalenförmig öffnend. Paraphysen zahlreich, fädig, einfach. Asci keulig, achtsporig; Sporen hyalin, länglich, einzellig. Gehäuse gut entwickelt, unten braun parenchymatisch, oben faserig.

Typusart: *Ps. Ledi* (A. et S.) Karsten.

Syn.: *Xyloma Ledi* Alb. et Schw. 1805.

Phacidium Ledi (A. et S.) Schmidt (1817.

Die Untersuchung einiger heute in der Gattung stehenden Arten ergab folgendes:

Pseudophacidium degenerans Karst. (Act. Soc. Fauna et Flora fenn., 1885, II. Bd., Nr. 6, p. 157) ist von der Typusart völlig verschieden. Der Pilz entwickelt sich unter dem Periderm und wird schließlich von den Peridermlappen begrenzt. Ein ausgebreitetes Basalstroma fehlt. Die Ascomata sind polsterförmig und zeigen ringsum eine opakschwarze, parenchymatische, unten 36 bis 80 μ, oben 60 μ dicke Schichte, die oben aufreißt. Das Hypothecium ist blaßbraun, weich, mikroplektenchymatisch; Paraphysen zahlreich, schleimig verklebt, kein deutliches Epithecium bildend. Nach Krieger, F. saxon., Nr. 1785, die meist überreif ist.

Pseudophacidium Rhododendri Rehm (Hyst. u. Discomyc., p. 95), Asc. exsicc., Nr. 772 *b*. Ist gleich gebaut, doch ist ein ausgebreitetes, unter den Fruchtkörpern 90 μ dickes, opakschwarzes, parenchymatisches Basalstroma vorhanden. Decke ebenso, 25 bis 50 μ dick, innen mit hyaliner Quellschichte. Entsteht auch unter dem Periderm.

Pseudophacidium Betulae Rehm (l. c.) in Krieger, F. sax., Nr. 90 zeigt große, hoch polsterförmige, stark hervorbrechende, unter dem Periderm entstehende Frucktkörper. Es ist ein ausgebreitetes, etwa 70 μ dickes, schwarzopakes Hypostroma vorhanden, auf dem unter den Fruchtkörpern ein bis 300 μ dickes, bräunliches Hypothecium sitzt, das aus fast senkrecht gereihten, sehr zartwandigen großen Parenchymzellen besteht.

Seitlich ist eine etwa 40 μ, oben eine bis 80 μ dicke (hier schollig-rauhe) schwarze Kruste vorhanden, die aus offenen, 7 bis 10 μ großen Parenchymzellen, mit starker, hyaliner Membranverdickung besteht. Die Schlauchsporen gleichen vollkommen *Myxofusicoccum*-Conidien. Die Schläuche sind keulig, 60 bis 100 ≍ 10 bis 11 μ groß und unten allmählich in einen bis 35 μ langen Stiel übergehend. Paraphysen völlig fehlend. Unter der schwarzen Deckschichte befindet sich eine etwa 20 bis 30 μ dicke hyaline, undeutlich parenchymatische Schicht, welche verquillt. Die Decke fällt schließlich ganz ab und man sieht dann die bräunlich-rötliche Fruchtscheibe, schwarz berandet, freiliegend vom Periderm begrenzt.

Pseudophacidium Callunae Karsten (l. c., p. 157) gleicht ganz der vorigen Art. Auch hier fehlen die Paraphysen völlig und gleichen die Sporen *Myxofusicoccum*-Conidien.

Pseudophacidium rugosum (Fries) Rehm weicht nach einem Exemplar vom Sonntagsberg in Niederösterreich vom Typus der Gattung, *Phacidium lacerum* eigentlich nur durch die zahlreicheren Paraphysen ab. Der Pilz entwickelt sich am Rande ein bis zwei Zellschichten unter der Epidermis. Der Pilz wird besser *Phacidium rugosum* Fries genannt.

Pseudophacidium microspermum (Fuckel) Rehm (l. c., p. 97) = *Discella microsperma* B. et Br. f. *ascophora* Fuckel (Symb. myc. 1869, p. 263) entwickelt sich unter dem Periderm. Ein braunes kleinzelliges Basalstroma ist vorhanden. In diesem finden sich die Loculi der *Discella microsperma* (= *Myxofusicoccum melanotrichum* [Cast.] v. H.), die also sicher dazu gehört. Seitlich und oben ist eine rötlichbraune Schichte gut entwickelt, oben bis über 50 μ dick und aus etwa 4 μ großen Parenchymzellen mit hyaliner Verdickungsschichte bestehend. An der Basis ist die gefärbte Schichte heller und verschieden stark entwickelt, meist nur 25 μ dick. Paraphysen fehlen völlig. Schläuche keulig, gestielt.

Pseudophacidium Rehmii (Feltgen) v. H. (diese Sitzungsberichte, Abt. 1, 1906, 115. Bd., p. 1264) hat ein mächtiges, unter den Fruchtkörpern bis 280 μ dickes, dunkelbraunes, aus dünnwandigen, 4 bis 5 μ breiten, öfter gestreckten Parenchymzellen bestehendes Hypostroma. Das Gehäuse ist

seitlich und oben sehr gleichmäßig 30 bis 40 μ dick; schwarzbraun parenchymatisch; Zellen 4 bis 5 μ dick. Decke innen mit einer hyalinen, 25 bis 30 μ dicken Schichte versehen, die aus palissadenartig angeordneten verquellenden, öfter quergeteilten Zellen besteht. Paraphysen völlig fehlend. Der Pilz entwickelt sich unter dem Periderm und ist oben mit zahlreichen Oxalatdrusen locker inkrustiert.

Vergleicht man die Beschreibungen dieser Pilze miteinander, so erkennt man, daß sechs derselben einander sehr



Fig. 3.

Medianschnitt durch *Myxophacidiella Rehmii* (Feltgen) v. H., 90fache Vergrößerung.

Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

ähnlich sind. Die Entwicklung des Basalstromas ist sehr verschieden gut und kann dasselbe auch völlig fehlen. Dasselbe hat in diesem Falle keinen Gattungswert. Hingegen zeigen einige Arten zahlreiche, schleimig verklebte Paraphysen, die bei anderen völlig fehlen. Demnach stehen die beschriebenen Pilze in zwei gut verschiedenen Gattungen. Diese gehören zu den Phacidieen. Die Arten derselben unterscheiden sich von *Phacidium* dadurch, daß sie größer und scheibenförmig sind, sich unter dem Periderm entwickeln und von dem Periderm lappig begrenzt werden.

Myxophacidium n. g. v. H.

Phacidiaceae. Ascomata scheiben-polsterförmig, unter dem Periderm entstehend, meist wenig hervorbrechend, von den Peridermlappen schließlich begrenzt. Ausgebreitetes braunes bis schwarzes Basalstroma vorhanden oder fehlend. Ascomata meist ringsum von einem dicken braunen bis schwarzen parenchymatischen Gehäuse umgeben, das schließlich oben lappig aufreißt, wodurch die flache Fruchtschichte bloßgelegt wird. Asci keulig, meist gestielt, achtsporig. Sporen hyalin, einzellig, länglich. Paraphysen einfach fädig, zahlreich, schleimig verklebt, kein deutliches Epithecium bildend. Wahrscheinlich *Myxofusicoccum* Died. als Nebenfrucht.



Fig. 4.
Medianschnitt durch *Myxophacidium Rhododendri* (Rehm) v. H.
70fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Typusart: *Myxophacidium degenerans* (K.) v. H.

Syn.: *Pseudophacidium degenerans* Karsten 1885.
Dothiora Vaccinii Fuckel 1875.
Cenangium Vaccinii (Fuck.) Sacc. 1889.

Hierher gehört noch *M. Rhododendri* (Rehm) v. H.

Myxophacidiella v. H., n. g.

Wie *Myxophacidium,* aber Paraphysen völlig fehlend. Asci stets langgestielt. Sicher *Myxofusicoccum* als Nebenfrucht.

Typusart: *Myxophacidiella microsperma* (Fuck.) v. H.

Syn.: *Discella microsperma* B. et Br. f. *ascophora* Fuckel, 1869.
Pseudophacidium microspermum (Fuck.) Rehm 1888.

Die Nebenfrucht dieses Pilzes ist sicher *Myxofusicoccum melanotrichum* (Castagne) v. H. = *Discella microsperma* B. et Br. (siehe Fragment Nr. 1011).

Hieher gehören noch *Myxophacidiella Betulae* (Rehm) v. H., *M. Rehmii* (F.) v. H. und *M. Callunae* (Karst.) v. H.

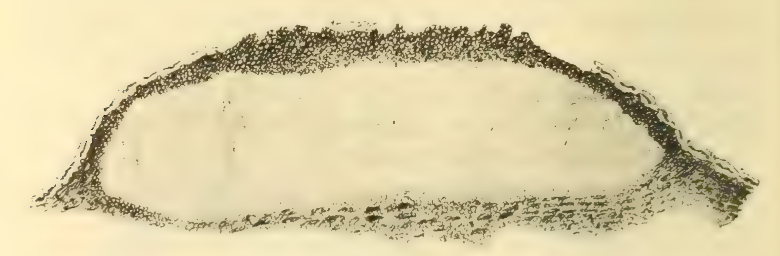


Fig. 5.
Medianschnitt durch *Myxophacidiella microsperma* (Fuck.) v. H. 100fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Zu *Myxophacidiella Betulae*, beziehungsweise *Myxophacidiella Rehmii* werden als Nebenfrüchte gehören *Myxofusicoccum Betulae* Jaap und *M. deplanatum* Died. (non Lib.) in Kryptfl. Brand., IX., Pilze, VII., 1914, p. 903 und 317.

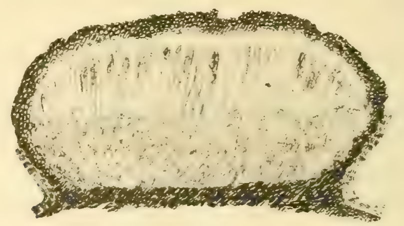


Fig. 6.
Medianschnitt durch *Myxophacidiella Betulae* (Rehm) v. H., 60fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

In diesen Sitzungsberichten, Bd. 115, Abt. I, 1906, p. 1264, gab ich an, daß die Gattung *Pseudophacidium* eigentlich zu den Dothideaceen gehört; dies würde sich nun auf die beiden Gattungen *Myxophacidium* und *Myxophacidiella* beziehen. Dieselben zeigen sicher eine gewisse Verwandtschaft mit der

Dothideaceen: indeß betrachte ich sie jetzt als Pseudophacidieen, da sie ein scheibenförmiges, schließlich freies Hymenium haben.

Hingegen ist *Schizothyrium Ptarmicae* (Desm.) eher eine *Dothideaceae* (*Trabutineae*).

Da noch viele andere *Myxofusicoccum*-Arten beschrieben sind, so sind noch zahlreiche *Myxophacidiella*- und vielleicht auch *Myxophacidium*-Arten zu erwarten, während andrerseits auf den Ericaceen *Myxofusicoccum*-Arten vorkommen müssen, wo solche noch nicht bekannt sind.

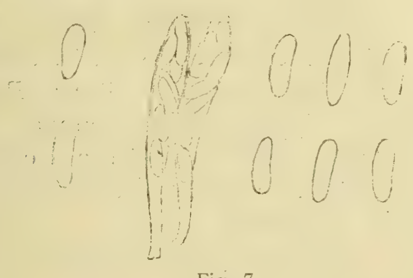


Fig. 7.
Zwei Schläuche von *Myxophacidiella Callunae* (Karst.) v. H., 300fache Vergrößerung; acht Sporen, 800fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Pseudophacidium atroviolaceum v. H. (Österr. botan. Zeitschr., 1905, 55. Bd., p. 187) = *Cenangium Strasseri* Rehm (Ann. mycol., 1915, XIII. Bd., p. 1 und Verh. der zool.-bot. Gesellsch. Wien, 1915, 65. Bd., p. 160) ist kaum mehr als eine Farbenvarietät von *Phacidium verecundum* Bomm., Rouss., Sacc. (Bull. Soc. Roy. Bot., 1891, 29. Bd., p. 233) und ist auch gewiß identisch mit *Phacidium discolor* Mout. et Sacc. (Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 716).

Der Pilz entwickelt sich unter dem Periderm und ist scheibenförmig. Um denselben herum ist ein hyalines dichtes Plectenchym entwickelt, das aus gelatinösen 3 μ dicken Hyphen besteht. Die Basis ist flach. Das Hypothecium ist hyalin oder subhyalin. Ein Gehäuse fehlt völlig. Oben befindet sich ein bis 170 μ dickes schwarzviolettes Epithecium, das aus den dicht parallel verwachsenen Enden der Paraphysen besteht,

die einen schwärzlichen Inhalt haben. Dieses Epithecium reißt schließlich mehrlappig auf, wird zurückgebogen und so die Schlauchschichte bloßgelegt. Unten hängt an diesen gefärbten Epitheciumlappen noch eine dicke Schichte, die aus hyalinen Teilen der Paraphysen besteht. Letztere sind sehr zahlreich, gelatinös, am reifen Pilz oben stets abgerissen. Der ganze Pilz ist weichfleischig. Daraus ist zu ersehen, daß derselbe eine Stictidee ist, die eine eigene Gattung darstellt. Diese ist für den Pilz von Potebnia (Zeitschr. für Pflanzenkrankh., 1912, 22. Bd., p. 147) aufgestellt und *Phacidiella* genannt worden. Potebnia betrachtet den Pilz als Pseudophacidiee, was aber falsch ist. Seine Angabe, daß die Apothecien in ein Stroma eingesenkt sind, ist unrichtig. Nach Potebnia ist die Nebenfrucht des Pilzes *Phacidiopycnis Malorum* Potebnia, welche aber schon von Fuckel als *Cytispora Pyri* Fuckel 1860 beschrieben worden war. Sie hat nun, da *Phacidiopycnis* Pot. = *Discula* Sacc. ist, *Discula Pyri* (Fuck.) v. H. zu heißen.

Da Potebnia's Gattungsbeschreibung von *Phacidiella* unrichtig ist, gebe ich eine neue.

Phacidiella Potebnia emend. v. Höhnel.

Stictideae. Ascomata unter dem Periderm eingewachsen und schließlich von den Peridermlappen berandet, flach scheibenförmig, fleischig, ohne Gehäuse. Paraphysen sehr zahlreich, einfach-fädig, die Asci weit überragend, oben gefärbt und parallel verwachsend ein dickes, schließlich lappig zerreißendes Epithecium bildend, das hinausgebogen und abgeworfen wird. Schläuche keulig, achtsporig, gestielt. Sporen hyalin, einzellig, länglich. Jod gibt nirgends Blaufärbung.

Typusart: *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Potebnia, 1912.

Syn.: *Phacidium discolor* Mout. et Sacc., 1889.
Phacidium verecundum Bomm., Rouss., Sacc., 1891.
Pseudophacidium atroviolaceum v. H., 1905.
Cenangium Strasseri Rehm 1915.

Nebenfrucht: *Discula Pyri* (Fuck.) v. H.

Syn.: *Cytispora Pyri* Fuckel, 1860.
Phacidiopycnis Malorum Potebnia, 1912.

1010. Über Stictis valvata Montagne.

Der Pilz ist beschrieben in Ann. scienc. nat. Bot., 2e Sér., VI. Bd., 1836, p. 337. Derselbe wurde von Fries (Summa veg. Scand., 1849, p. 373) als dritte Art der Gattung *Naevia* Fr. aufgeführt und ist in Desmazières, Pl. crypt. France, 1845, Nr. 1424 ausgegeben. Die Untersuchung dieses Exemplares ergab folgendes.

Der Pilz wächst auf der glatten Unterseite der stielrunden Blätter von *Psamma arenaria*. Unter der Epidermis befindet sich eine ununterbrochene Lage von Sclerenchymfasern, die stellenweise etwa 130 μ dick und fünf Faserlagen stark ist. An diesen Stellen ist der Pilz unter der Sclerenchymschichte eingewachsen. Derselbe ist länglich, meist über 700 μ lang, 200 bis 300 μ breit und etwa 160 μ dick, unten konvex, oben etwas abgeflacht. An jenen Stellen, wo sich der Pilz befindet, ist die Epidermis infolge eingewachsener und brauner Hyphen graubräunlich verfärbt und zeigt elliptische oder lanzettförmige, 0·8 bis 1·6 *mm* lange und 350 bis 600 μ breite Flecken, die also länger und breiter als der darunter liegende Pilz sind. Diese bräunlichen Partien der Epidermis samt der damit verwachsenen Faserschichte über den Pilzen werden in Form eines Deckels abgeworfen und wird hierdurch der Pilz freigelegt. Dieser bleibt eingewachsen und bricht nicht hervor. Der Fruchtkörper liegt in einem undeutlich zelligen, aus braunen, 2 bis 3 μ breiten Hyphen bestehenden stromaartigen Gewebe, das oben in der Mittellinie des Pilzes fehlt, an den Seiten nur schwach, hingegen unten meist gut entwickelt ist und hier im Mesophyll allmählich verläuft. Ringsum am oberen Rande des Fruchtkörpers findet sich eine an der Ansatzstelle 50 bis 60 μ breite, nach obenhin dünner werdende, bräunliche Gewebsplatte, welche schief nach oben und außen vordringend, die Sclerenchymfaserschichte bis zur Epidermis durchsetzt und spaltet und so das abspringende Deckelgewebe von dem gesunden Gewebe der Nährpflanze abtrennt. Der ganze Pilz samt dem Abtrennungsgewebe sieht daher am Querschnitt schalenförmig aus; der Boden der

Schale wird vom Fruchtkörper gebildet, die schiefen Wände von den Trennungsplatten. (Fig. 12.)

Der eigentliche Fruchtkörper ist an der Basis und unten seitlich undeutlich hyalin-kleinzellig-plektenchymatisch gebaut. Das Excipulum ist gut entwickelt und besteht aus einigen Lagen von streng parallelen, weichen, unten hyalinen, nach obenhin bräunlichen, 4 bis 6 μ breiten Hyphen, deren braune Enden wenig eiförmig verdickt sind und am Rande ungleich weit nur wenig vorstehen. Der Fruchtkörper zeigt oben einen vorgebildeten Längsspalt, der sich bei der Reife verbreitert. Das nicht gut ausgereifte Exemplar zeigt nur wenige zylindrisch-keulige, dünnwandige, sitzende 45 ≍ 5 μ große Schläuche und zahlreiche scharfspitze, etwa 5 bis 6 μ breite, die Schläuche, weit überragende Paraphysen.

Nach Desmazières' Angaben beim untersuchten Exemplar sollen die Schläuche keulig und 50 μ lang sein und 5 μ lange, etwas gekrümmte, längliche Sporen enthalten. Ich fand in einigen halbreifen Schläuchen acht in zwei Reihen liegende, 5 ≍ 1·5 μ große, einzellige, hyaline, zylindrische, schwach gekrümmte Sporen.

Der Pilz ist demnach keine *Stictis* oder *Naevia* und würde wegen der spitzen, langen Paraphysen zu *Stegia* im Sinne Rehm's (Hyst. und Discomyc., p. 155) gehören, womit auch der geschilderte Deckelabwurf stimmen möchte.

Die Nomenklatur der Gattung *Stegia* ist nach Pfeiffer, Nomencl. Botanic., 1874 eine sehr verwirrte. Es kommen folgende Namen in Betracht:

1. *Stegia* De Cand. 1805 (Malvacee) als Sektion von *Lavatera* noch heute in Gebrauch (siehe Dalla Torre et Harms, Genera Siphonogam., p. 307), daher nicht mehr zu verwenden.

2. *Eustegia* Rob. Brown, 1809 (Asclepiadee). Noch in Gebrauch (l. c., p. 413).

3. *Stegia* Fries, 1818 = *Stegilla* Reichb.

4. *Eustega* Fries, 1819 = *Stegia* Fries.

5. *Eustegia* Fries, 1823 = *Stegia* Fries.

6. *Stegia* Link, 1826 (Gastromycet).

7. *Stegilla* Reichenbach, 1828 = *Stegia* Fries.

8. *Sphaerothyrium* Wallroth, 1833 = *Stegia* Fries,

9. *Eustegia* Rafinesque, 1838 (Melastomacee?, l. c., p. 359).

Nach dieser Übersicht kommen statt der verbrauchten Namen *Stegia* Fries und *Eustegia* Fries nur die Namen *Eustega* Fries, 1819, *Stegilla* Reichb., 1828 und *Sphaerothyrium* Wallr., 1833 in Betracht.

Daher muß nun der Name *Eustega* Fries, 1819 angewendet werden. Fries führt in Observat. myc., II, 1818, p. 352 in der Gattung *Stegia* nur die eine Art: *St. discolor* Fr. an, die verschollen ist.

In Elench. Fung., 1828, II. Bd., p. 112 führt Fries bei *Eustegia* zwei Arten auf. Neben der *E. discolor* noch die *E. arundinacea* (DC.), die heute als *Mollisia* gilt. In Summa Veg. Scand., 1849, p. 370 kommt als dritte Art die *Stegia Ilicis* dazu, die heute als *Trochila* gilt.

In allen drei Werken erscheint *Stegia discolor* Fr. als die Typusart.

Auf diesen Pilz allein darf der Name *Eustega* Fries, 1819 angewendet werden, mit den Synonymen *Stegia* Fr., *Eustegia* Fr., *Stegilla* Rbch., *Sphaerothyrium* Wallr.

Die heutigen *Stegia*-Arten im Sinne Rehm's müssen neu eingereiht werden.

Die vier bei Rehm in der Gattung *Stegia* aufgeführten Arten zeigten bei der Prüfung auf Querschnitten folgendes:

1. *Stegia Lauri* (Caldesi) Sacc. besitzt im Mesophyll ein hyalines, zartwandig-parenchymatisches Stroma, das den Fruchtkörper unter der Epidermis entwickelt, die deckelförmig abgeworfen wird. Der Fruchtkörper ist flach, scheibenförmig, mit einem etwa 40 μ dicken Hypothecium, das aus deutlichen, hyalinen oder blassen, zartwandigen, ziemlich großen Parenchymzellen besteht, die gegen den Rand hin in Reihen stehen und blaßbräunlich werden und hiedurch ein Excipulum andeuten, das aber nicht vorragt.

Der Pilz ist ganz so gebaut wie *Pseudopeziza Trifolii* (Bernh.) Fuck. und unterscheidet sich davon nur durch die breiten, weit überragenden, scharf spitzen Paraphysen und den Epidermisdeckel. Er stellt wie *Pseudopeziza* eine ver-

einfachte Dermateacee vor und gehört in eine eigene Gattung, die ich *Stegopeziza* nenne.

Stegopeziza v. H. n. g. *Dermateaceae.*

Ascomata unter der Epidermis eingewachsen, blaß, mit dickem hyalinem oder blaßem parenchymatischem Hypothecium und nur unten angedeutetem Excipulum, flach scheibenförmig, aus einem im Mesophyll eingewachsenen, parenchymatischen Nährgewebe entstehend. Ascomata oben offen, nackt. Epidermis deckelartig abgeworfen. Asci keulig, achtsporig. Sporen einzellig, länglich, hyalin. Paraphysen die Asci weit überragend, breit, scharf zugespitzt.

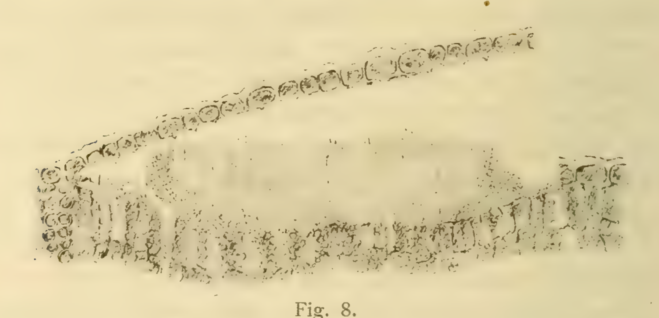


Fig. 8.
Medianschnitt durch *Stegopeziza Lauri* (Cald.) v. H. 180fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Typusart: *Stegopeziza Lauri* (Caldesi) v. H.

Syn.: *Naevia Lauri* Caldesi.
Stegia Lauri (Cald.) Sacc.

2. *Stegia alpina* (Fuckel) Rehm entwickelt sich ganz in der Epidermis, unter welcher sich eine meist einlagige Faserschichte befindet, die stellenweise fehlt und an den Rändern der Nadeln mehrschichtig wird. Der Pilz ist scheibenförmig, hyalin und hat eine ebene Basalfläche. Die Basalschichte ist dünn, undeutlich kleinzellig, mit eingelagerten Oxalatdrusen. Ein Excipulum fehlt völlig. Die Paraphysen sind fädig, oben wenig keulig verdickt und ragen nicht oder nur vereinzelt über die Schläuche vor. Die Fruchtscheibe ist oben nackt, ohne Decke. Die Epidermisaußenwand wird

einseitig deckelartig abgehoben. Die Paraphysen bilden kein Epithecium. Der Pilz verhält sich ganz so wie *Trochila Craterium* (DC.) Fr. und unterscheidet sich nur durch das hyaline, weiche, ebene Basalgewebe, das mit der Epidermisaußenwand am Rande nicht verwachsen ist. Von *Pseudopeziza* unterscheidet sich der Pilz durch die Entwicklung in der Epidermis und den völligen Mangel eines Excipulums und eingewachsenen parenchymatischen Stromas. Er stellt eine neue Gattung dar, die mit *Trochila* eine eigene Familie bildet. Trotz seiner ganz hyalinen Beschaffenheit betrachte

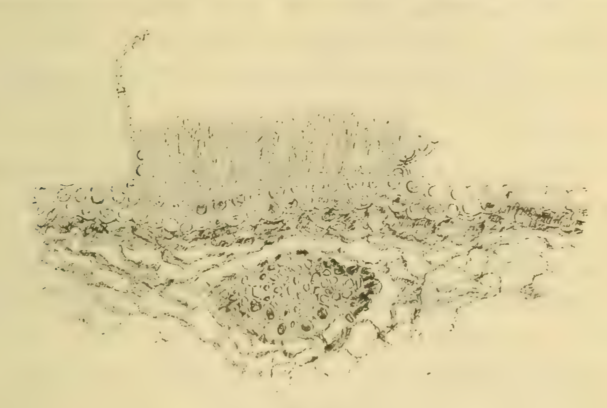


Fig. 9.

Mediansclinitt durch *Sarcotrochila alpina* (Fuck.) v. H., 180fache Vergrößerung.

Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

ich ihn nicht als Stictidee, da er mit *Trochila* näher verwandt ist und diese Gattung nicht zu den Stictideen gehört.

Sarcotrochila v. H. n. g.

Ascoma in der Epidermis entstehend und die Epidermisaußenwand deckelartig abwerfend, flach, scheibenförmig, ohne Excipulum und Decke. Basalschichte hyalin oder blaß, kleinzellig. Asci keulig, achtsporig. Paraphysen fädig, oben dicker, nicht vorstehend. Sporen hyalin, länglich, einzellig. Mit *Trochila* nächst verwandt.

Typusart: *Sarcotrochila alpina* (Fuckel) v. H.

Syn.: *Naemacyclus alpinus* Fuckel, 1875.
Stegia alpina (Fuckel) Rehm, 1888.

3. *Stegia subvelata* Rehm hat längliche, 240 μ lange, 155 μ breite Ascomata, die sich unter der Epidermis entwickeln und oben mit ihr bleibend verwachsen sind. Das Gehäuse erscheint im Querschnitt kugelig und ist anfangs ganz geschlossen, später reißt es oben unregelmäßig der Länge nach auf. Der Riß ist meist der einen Seite genähert, aber ein Deckelabwurf der Epidermis, die mit dem Pilze verwachsen ist, findet nicht statt. Das Gehäuse ist ringsum gut entwickelt, dunkelbraun-parenchymatisch. Unten ist es 20 bis 30 μ dick und aus 4 bis 8 μ großen Zellen aufgebaut. Oben ist dasselbe zweischichtig. Die äußere 8 μ dicke Schichte ist dunkelbraun und etwas gestreckt-parenchymatisch. Die innere besteht aus parallelen Hyphen, die eine dünne hyaline Schichte bilden, welche ganz oben in der Mitte bräunlich und 30 μ dick wird. Wenn der Pilz oben der Länge nach aufreißt, geht der Riß quer durch die bräunliche Hyphenschichte, wodurch schließlich zwei die Öffnung innen berandende Wülste entstehen. Die Schlauchschichte sitzt auf einer hyalinen, kleinzelligen Basalschichte, die sich weit hinaufzieht. Die Paraphysen sind breit, sehr scharf spitz und stehen weit vor. Vergleicht man Querschnitte des Pilzes mit solchen von *Hysteropeziza petiolaris* (A. et Schw.) Rabh., so erkennt man, daß *Stegia subvelata* sich nur durch einen etwas einfacheren Bau und die spitzen Paraphysen davon unterscheidet. *Mollisiopsis* Rehm (Ber. bayr. Bot. Ges., 1914, XIV. Bd., p. 97) muß ähnlich sein, hat aber oberflächlich stehende Ascomata.

Stegia subvelata stellt eine neue Gattung dar, die mit *Hysteropeziza* eine Gruppe bildet, die zwischen die Pyrenopezizeen und Mollisieen zu stehen kommen wird.

Hysteropezizella n. g.

Ascomata gestreckt, oben unregelmäßig spaltig aufreißend, sich unter der Epidermis entwickelnd und mit ihr bleibend

verwachsen. Excipulum braun, parenchymatisch, ringsum gut entwickelt. Schlauchschichte konkav, weit hinaufreichend. Schläuche keulig, achtsporig. Paraphysen lanzettlich, scharf spitz, weit vorragend. Sporen einzellig, länglich, hyalin.

Typusart: *Hysteropezizella subvelata* (Rehm) v. H.

Syn.: *Stegia subvelata* Rehm.

4. *Stegia fenestrata* (Roberge) Rehm. Unter der Epidermis der Grasblätter befinden sich in regelmäßigen Abständen parallele Sclerenchymfaserbündel, die mit Streifen aus Parenchym abwechseln. Unter diesen Geweben entwickelt sich der Pilz. Derselbe ist länglich, flachgedrückt und hat ein ringsherumgehendes Gehäuse, das oben mit dem deckenden

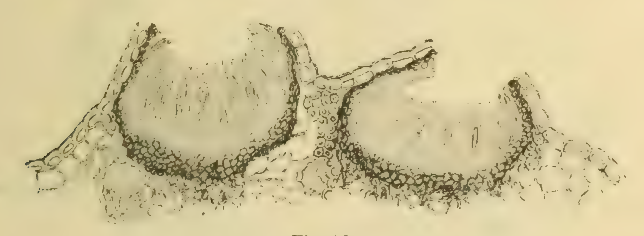


Fig. 10.

Medianschnitt durch *Hysteropezizella subvelata* (Rehm) v. H.
130fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Blattgewebe verwachsen ist und schließlich mit einem Spalt aufreißt und sich weit öffnet. Das Gehäuse erscheint dann im Querschnitt weit und flach schalenförmig. An der Basis ist das Gehäuse ganz dünn und besteht aus sehr zartwandigen, braunen Zellen, während das darauf liegende Hypothecium hyalin, undeutlich zellig und 40 μ dick ist. Unter dem Pilze findet sich eine dicke Schichte, die aus von braunen Hyphen durchsetztem Mesophyll besteht. Seitlich ist das Excipulum unten 25 μ dick und wird nach oben ganz dünn.

Dasselbe ist ziemlich parallelfaserig gebaut und zeigt außen kurze haarartige Hyphenenden. Da der Pilz halb hervorbricht, so ist das Excipulum schließlich frei. Das über dem Pilze befindliche Blattgewebe wird einseitig deckelartig

abgesprengt, ist aber anfangs noch auf der anderen Seite mit dem Excipulum verwachsen. Die Fruchtschichte ist flach konkav und zieht sich seitlich am Excipulum hinauf. Die Paraphysen sind lanzettförmig, unten breit, oben scharf spitz und überragen die Schläuche stark.

Wie man sieht, ist dieser Pilz von *Stictis valvata* hauptsächlich durch den Mangel der nach oben gehenden Fortsätze des Gewebes, die bei *Stictis valvata* die Ablöung der Epidermis bewirken, habituell sehr verschieden. Dieser Unterschied ist aber kein wesentlicher und wird nur durch den

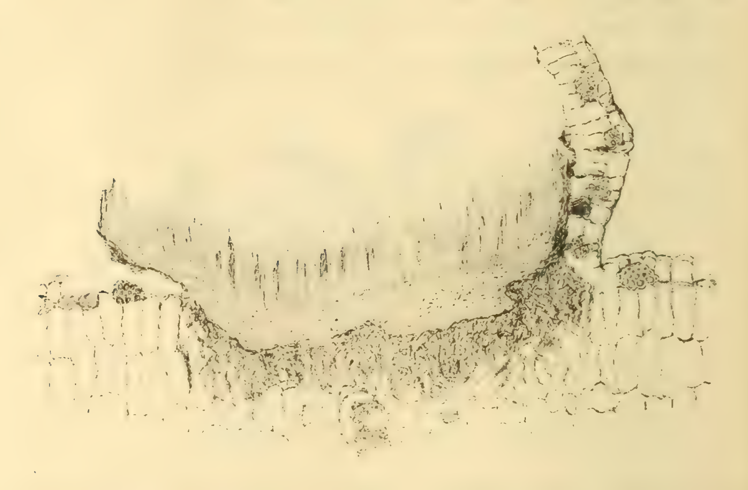


Fig. 11.
Medianschnitt durch *Hysterostegiella fenestrata* (Rob.) v. H., 180fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

verschiedenen Bau der zwei Nährpflanzen bedingt. Im übrigen stimmen beide Pilze miteinander überein; ich betrachte sie daher als in dieselbe Gattung gehörig, die ich *Hysterostegiella* nenne. Diese Gattung unterscheidet sich von *Hysteropezizella* dadurch, daß die Ascomata tief im Gewebe, unter dem Hypodermgewebe entstehen und daß das deckende Gewebe als Deckel ganz abgeworfen wird. Auch ist das Gehäuse weniger vollkommen entwickelt.

Hysterostegiella v. H. n. g.

Hysteropezizeae. Ascomata gut entwickelt, mit schalenförmigem, parallelfaserigem Excipulum und parenchymatischer Basis, sich tief im Gewebe unter den Hypodermschichten entwickelnd, halbhervorbrechend, das deckende Gewebe einseitig oder deckelartig abwerfend. Schläuche keulig, achtsporig. Paraphysen breit, scharfspitzig, die Schläuche weit überragend, Sporen einzellig, hyalin, länglich.

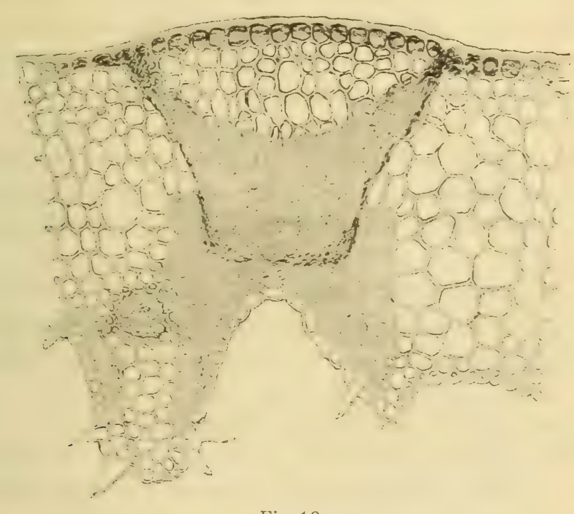


Fig. 12.
Medianschnitt durch *Hysterostegiella valvata* (Mont.) v. H.
200fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Typusart: *Hysterostegiella fenestrata* (Rob.) v. H.

Syn.: *Stictis fenestrata* Roberge.
Stegia fenestrata (Rob.) Rehm.

Zweite Art: *Hysterostegiella valvata* (Mont.) v. H.

Syn.: *Stictis valvata* Montagne, 1836.
Naevia valvata (Mont.) Fries, 1849.

Die vorstehende Untersuchung hat gezeigt, daß die fünf bei Rehm in der Gattung *Stegia* stehenden Arten ebensoviele Gattungen vorstellen, nämlich *Eustega* Fries, 1819, *Stegopeziza, Sarcotrochila, Hysteropezizella* und *Hysterostegiella*.

Alle eingewachsenen und hervorbrechenden Discomyceten müssen noch genau auf Querschnitten geprüft werden. Erst wenn dies geschehen sein wird, kann ein richtiges System dieser Formen aufgestellt werden.

1011. Über Propolis minutula Sacc. et Malbranche.

Der Pilz wurde zuerst als *Rhytisma minutulum* Grognot in Roumeg., F. gall., Nr. 455 ausgegeben. Hierauf wurde er 1883 als *Propolis minutula* Sacc. et Malbr. beschrieben (siehe Hedwigia, 1884, 23. Bd., p. 24). Rehm (Hedwigia, l. c., p. 55) beschrieb denselben Pilz als *Trochila substiptica* R. und erkannte seine Identität mit *Propolis minutula*. Dann wurde er 1887 (Bull. Soc. Bot. Belgique, XXVI. Bd., p. 170) nochmals als *Propolis tetraspora* Sacc. beschrieben. Nach Rehm (Hyst. und Discom., p. 1252) ist *Cryptodiscus Solidaginis* Cesati derselbe Pilz und vielleicht auch *Agyrium Solidaginis* de Not.

In der Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 658 wurde die *Naevia exigua* Mouton et Sacc. (auf *Hypericum*) beschrieben. deren Originalexemplar in Roumeg., F. gall., Nr. 4837 ausgegeben ist.

Rehm erkannte die nahe Verwandtschaft der beiden Pilze. Er versetzte dieselben in die Gattung *Naevia* und nannte den Pilz auf *Hypericum Naevia minutula* (Sacc. et Malbr.) Rehm var. *exigua* (Sacc. et Mout.) R. in Rehm, Ascomyc., Nr. 1321.

Der Vergleich der beiden Pilze zeigte mir allerdings, daß sie in dieselbe Gattung gehören und sich nahe stehen. Nachdem aber die *Naevia exigua* kürzere und breitere Schläuche mit acht in zwei Reihen stehenden Sporen hat, während *N. minutula* schmälere und längere Schläuche mit vier in einer Reihe stehenden Sporen hat, so wird es besser sein, beide als verschiedene Arten zu betrachten, um so mehr als auch die Nährpflanzen derselben ganz verschieden sind und die beiden Pilze, schon mit der Lupe betrachtet, kleine Unterschiede zeigen.

Die *Naevia exigua* wurde noch 1902 (Bot. Notiser, p. 115) als *Aporia Hyperici* Vestergren beschrieben und in Vestergr.,

Micromyc. rar. sel., Nr. 397 ausgegeben. Der Autor gibt an, daß der Pilz sich von *Schizothyrium* nur durch die einzelligen Sporen unterscheidet, was ganz falsch ist. Ebenso ist die Einreihung des Pilzes in die Gattung *Aporia* Duby unrichtig, denn nach Rehm (Hedwigia, 1886, 25. Bd., p. 137) ist diese Gattung auf falscher Beobachtung gegründet und ganz zu streichen. Sie ist gleich *Lophodermium* Cheval.

Rehm erkannte noch, daß *Trochila Epilobii* Karsten (Mycol. Fennica., I., p. 250) und *Peziza Tripolii* Berk. et Br. (Ann. Mag. nat. Hist., 4. Ser., 17. Bd., 1876, p. 143) der *Naevia minutula* sehr nahe stehen und daß die vier Formen keine typischen *Naevia*-Arten sind und einen Übergang zu *Propolis* bilden (Hysteriac. und Discomyc., p. 147).

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die in Rede stehenden Formen bisher höchst verschieden beurteilt wurden und ihre Stellung unklar ist. Aus der Literatur ist hier Klarheit nicht zu erzielen. Um die Frage zu lösen, ist es nötig, die Typen oder sichere Arten der in Betracht kommenden Gattungen auf Querschnitten zu prüfen, um so ein sicheres Urteil über dieselben zu gewinnen. Diese Untersuchung hat mir nun gezeigt, daß die in Frage kommenden Gattungen der Hypodermieen, Euphacidieen, Pseudophacidieen, Stictideen, Pseudopezizeen und Pyrenopezizeen zum größten Teile bisher falsch charakterisiert und eingereiht worden sind.

1. *Naevia minutula* entwickelt sich unter der Epidermis. Die Basalschichte ist flach, dünn, meist bräunlich, manchmal subhyalin. Seitlich und oben ist das Gehäuse gut entwickelt, braunzellig-parenchymatisch, 20 bis 30 μ dick und mit der Epidermis fest verwachsen. Der Pilz bricht wenig hervor und hat eine scheibenförmige Fruchtschichte mit parallelen Schläuchen, einfachen Paraphysen, die kein deutliches Epithecium bilden. Das Gehäuse reißt oben mit einem Längsspalt oder mehrlappig auf. Da der Pilz ein braunes Gehäuse hat, ist es keine Stictidee und daher keine *Naevia*. Der Pilz ist von *Phacidium* kaum verschieden. Der Umstand, daß bei *Phacidium* das Gehäuse meist mehrlappig aufreißt, ist ohne systematische Bedeutung, da derartige Pilze auf dünnen Stengeln meist einfach längsspaltig aufreißen, während sie auf Blättern sich

lappig öffnen. Schmale gestreckte Fruchtkörper reißen mit einem Spalt auf, breite mehrlappig.

2. *Hypodermella Laricis* Tubeuf entwickelt sich in der Epidermis, ist mit der Außenwand derselben fest verwachsen, lang gestreckt und öffnet sich mit einem schmalen Längsspalt. Das Gehäuse ist ringsum gleichmäßig gut entwickelt,

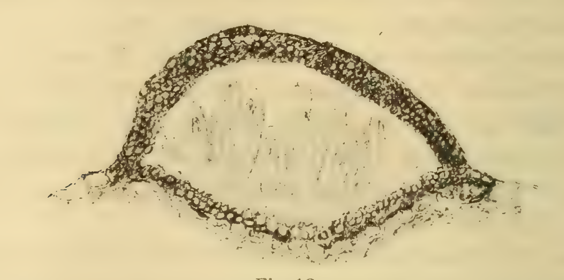


Fig. 13.
Medianschnitt durch *Hypodermella Laricis* Tubeuf. 200fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

schwarzkohlig, parenchymatisch, oben etwa 25, unten 15 μ dick. Die Schläuche sind gestielt, locker stehend, leicht



Fig. 14.
Medianschnitt durch *Schizothyium Ptarmicae* Desm., 180fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

trennbar. Die wenig zahlreichen Paraphysen bilden kein Epithecium. Die Sporen sind schmal keulig, unten langfädig. Ist eine typische Hypodermiee und hat mit der in Rede stehenden Form nichts zu tun.

3. *Schizothyrium Ptarmicae* Desmaz. wird jetzt zu den Euphacidieen gerechnet, ist aber eine Hypodermiee, welche sich aber durch manchmal beginnende Lokulibildung den Trabutineen nähert.

Die Stromata entwickeln sich auf der Epidermis, unter der Cuticula und sind mit dieser bleibend verwachsen. Die Außenschichte ist ringsum gut entwickelt, schwarzkohlig, kleinzellig parenchymatisch. Die Basalschicht ist etwa 15 μ dick und zeigt wenig deutlich senkrecht gereihte Zellen, häufig auch Vorsprünge nach oben, wodurch eine beginnende Bildung von Lokuli angedeutet wird. Die Außenschichte ist etwa 8 bis 12 μ dick und besteht aus etwas gewundenen Zellen. Die Asci sind mit untypischen Paraphysen verklebt.

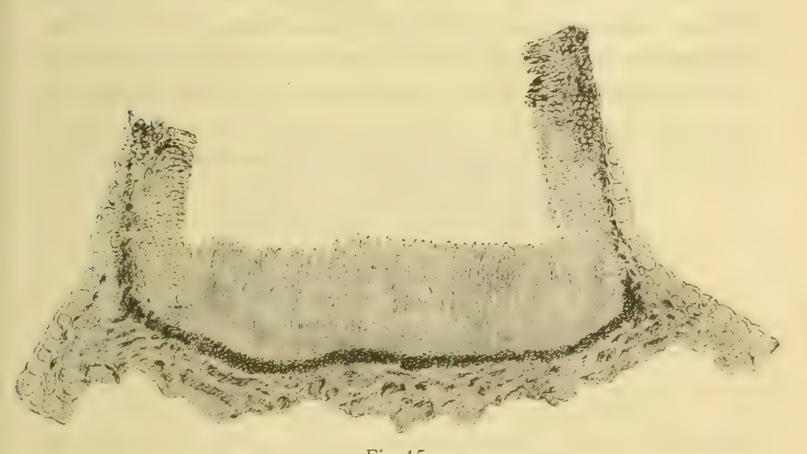


Fig. 15.
Medianschnitt durch *Phacidium lacerum* Fr., 180fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

4. *Phacidium lacerum* Fries ist in der Mitte in der Epidermis, seitlich ein bis drei Zellschichten unter derselben eingewachsen und mit den darüber liegenden Teilen des Substrates fest verwachsen. Das Gehäuse ist ringsum entwickelt, am schwächsten am Seitenrande. Oben ist dasselbe dicker wie unten und immer mit einer Lage von parallelen, verschleimenden, hyalinen, einzelligen, 20 μ langen und 6 bis 7 μ dicken Zellen versehen, die gegen die Mitte hin braun werden und daselbst nicht verschleimen. Diese gegen den Rand hin entwickelte, verschleimende Lage ist offenbar ein Öffnungsmechanismus. Das Gewebe des Gehäuses ist braun, nicht kohlig. Paraphysen spärlich, kein Epithecium bildend.

Die Fruchtschichte ist auf die Basalschichte beschränkt. Ein vorgebildeter Öffnungsspalt fehlt.

5. *Pseudophacidium Ledi* (Alb. et Schw.) Karst. entwickelt sich ganz nur in der Epidermis und ist mit der Außenwand derselben fest verwachsen. Das Gehäuse zeigt eine ebene Basalfläche mit scharfem Rande und ist an der Basis etwa 12 μ, seitlich 40 μ und oben in der Mitte 70 bis 80 μ dick. Oben in der Mitte ist ein vorgebildeter Längsspalt vorhanden, der von zwei 100 μ dicken und 60 μ breiten Wülsten begrenzt wird, die am Querschnitte von etwas divergierenden hyalinen und subhyalinen verschleimenden Fäden gebildet erscheinen. Die beiden Wülste sind gut scharf abgegrenzt. Das Gewebe ist dünnwandig, violettkohlig, kleinzellig. Die Schlauchschichte ist flach schalenförmig und zieht

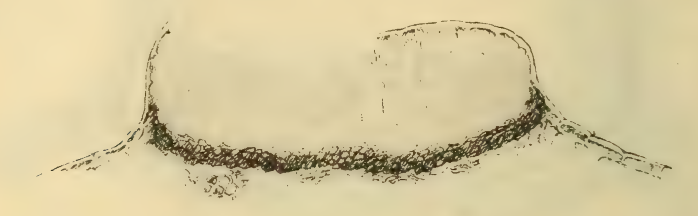


Fig. 16.
Medianschnitt durch *Trochila Craterium* (DC.) Fr. 180fache Vergrößerung. Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

sich weit hinauf. Infolgedessen ist das Gehäuse unten ringsum im Querschnitt sehr dick und dreieckig. Paraphysen dünn, einfach, zahlreich, oben nicht verdickt und farblos. S. Fig. 2.

Daraus ersieht man, daß bisher die Gattung *Pseudophacidium* ganz falsch beschrieben wurde.

6. *Trochila Craterium* (DC.) Fries entwickelt sich ganz in der Epidermis. Das Gehäuse ist nur unten entwickelt und besteht hier aus einer schwarz-opaken, ziemlich großzelligen, kohligen, überall gleichmäßig etwa 30 μ dicken Schale, deren breiter Rand mit der Außenwand der Epidermiszellen fest verwachsen ist. Auf dieser Schale sitzt das Hymenium mit fädigen Paraphysen, von der nicht verfärbten Außenwand der Epidermiszellen bedeckt. Der Pilz bricht nicht hervor, sondern wird nur oben frei durch Sprengung der Epidermisaußenwand.

7. *Pseudopeziza Trifolii* (Bernh.) Fuckel entwickelt sich ganz unter der Epidermis und bricht dann hervor, so daß er von den Epidermislappen seitlich begrenzt, scheinbar oberflächlich sitzt. Unter der Epidermis, bis tief ins Mesophyll eingreifend, bildet sich ein aus ziemlich großen, hyalinen Parenchymzellen bestehendes Stromagewebe aus, das oben unter der gebräunten Epidermis erst eben, dann konvex ist und unten ohne Grenze im Mesophyll sich verbreitet, abgestorbene Blattzellen einschließend. Auf der unter der Epidermis befindlichen, rundlich gut begrenzten Oberseite des Stromas sitzt das Hymenium mit einfachen fädigen Paraphysen ohne Epithecium. Das Excipulum wird nur dadurch angedeutet,

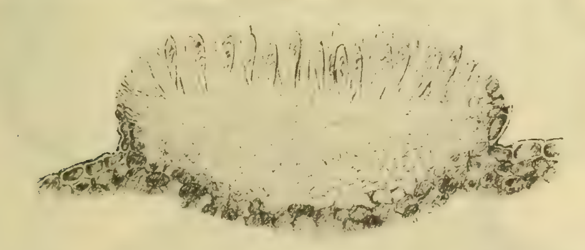


Fig. 17.
Medianschnitt durch *Pseudopeziza Trifolii* (Bernh.) Fuck., 200fache Vergrößerung.
Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

daß am Rande unter dem Hymenium drei bis vier Zellagen des Stromas bräunlich werden und wenig deutliche radiale Reihen bilden. Dieses rudimentäre Excipulum steht nicht über die Hymenialscheibe vor. Ich fasse den Pilz als vereinfachte blattbewohnende Dermateacee auf.

Die in diesen Fragmenten, 1909, IX. Mitt., Nr. 455 besprochene *Dermatea* (*Pezizula*) *parasitica* (Winter) v. H. ist offenbar mit *Pseudopeziza Trifolii* nahe verwandt, das Stroma bricht aber mehr hervor und trägt manchmal zwei bis vier Ascomata. Hier ist die *Dermatea*-Natur unzweifelhaft. Wenn das Stroma nur wenig hervorbricht und nur ein Apothecium trägt, gleicht der ganze Pilz vollkommen einer *Pseudopeziza*, wie mir der direkte Vergleich von Querschnitten zeigte. Diese Gattung gehört daher zu den Dermateaceen.

8. *Pyrenopeziza Chailletii* (P.) Fuckel. Der Fruchtkörper ist *Mollisia*-ähnlich, sitzt aber auf einem schwarzen, dichten, aus parallelen, liegenden Hyphen bestehenden, unter der kaum veränderten Epidermis bleibend eingewachsenen, ausgebreiteten Stroma, bricht alsbald ganz hervor und wird unten von der Epidermis begrenzt. Das außen höckerig rauhe, opakkohlige, parenchymatische Gehäuse ist ringsum entwickelt und wird das schalenförmige Hymenium durch Zerreißen, Abbröckeln und Abwerfen der schwarzen Decke frei, deren

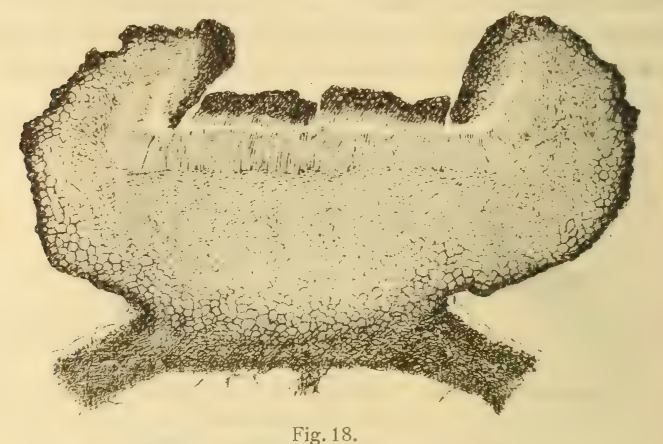


Fig. 18.
Medianschnitt durch *Pyrenopeziza Chailletii* (P.) Fuck., 120fache Vergrößerung.

Unterseite mit einer hyalinen Palissadenschichte versehen ist. Das Gewebe ist innen schwärzlich großzellig-parenchymatisch und unter dem Hymenium hyalin mikroplektenchymatisch. Der eingebogene Excipularrand ist parallelfaserig.

P. Rubi (Fries) Rehm verhält sich ähnlich, doch ist hier die Decke weniger entwickelt und fehlt das Stroma so gut wie völlig.

9. *Hysteropeziza petiolaris* (A. et Schw.) Rabh. ist gestreckt und öffnet sich oben mit einem Spalt. Im Querschnitt ähnelt der Pilz einer *Mollisia*, aber er entwickelt sich unter der Epidermis, bricht dann etwas hervor, ist jedoch fast bis zum Rande mit der geschwärzten Epidermis bleibend locker

verwachsen. Der Öffnungsspalt ist vorgebildet und wird von dem parallelfaserigen, verdickten Rande der Apothecien begrenzt. Ein Stromagewebe fehlt völlig. Das Gewebe der Apothecien ist außen schwarz, opak, innen heller und deutlich parenchymatisch, nach obenhin wird es schön parallelfaserig und blaßgrau. Die parallelen, dicken Ränder sind stark eingebogen. Der Pilz ist etwas mit *Pseudophacidium* verwandt, nähert sich aber mehr der Gattung *Pyrenopeziza*. Er hat mit

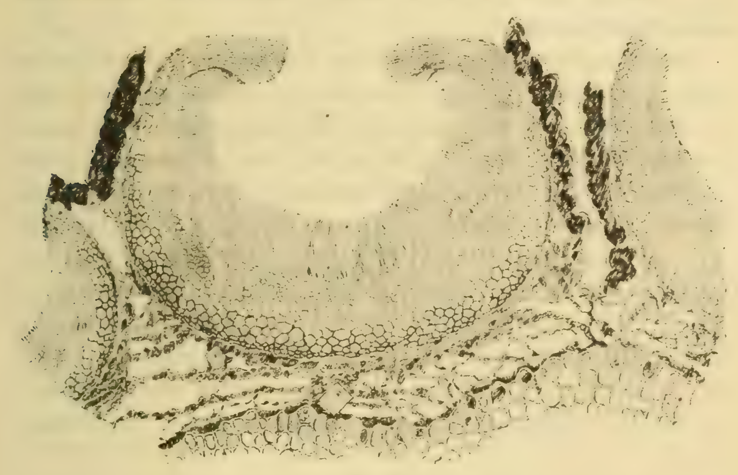


Fig. 10.

Medianschnitt durch *Hysteropeziza petiolaris* (A. et Schw.) Rabh., 180fache Vergrößerung.

Gezeichnet von Prof. Josef Weese, Wien.

Trochila nichts zu tun und wird am besten zu den Pyrenopezizeen gestellt.

10. *Propolis faginea* (Schrad.) Karst. ist unter dem Periderm oder einigen Faserlagen im Holze eingewachsen, scheibenförmig. Das Gehäuse ist ringsum verschieden gut entwickelt, hyalin, mikroplektenchymatisch. Die hyaline, flache Decke ist mit den darüber liegenden Geweben fest verwachsen und wird lappig zerrissen und abgeworfen. Die sehr dünnen, zahlreichen Paraphysen sind oben nicht verdickt, mehr weniger verästelt und feinzackig verbogen. Sie scheiden

eine weiße sehr feinkörnige Masse aus und bilden ein Epithecium. Der Pilz steht richtig bei den Stictideen.

Aus diesen Angaben ersieht man, daß die meisten der beschriebenen Gattungen bisher nicht genügend genau auf Querschnitten geprüft und daher falsch eingereiht und charakterisiert wurden.

Daher müssen sämtliche Arten der oben genannten Familien neugeprüft und klassifiziert werden.

Trochila paßt in keine dieser Familien und dürfte eine eigene Familie bilden.

Die *Naevia minutula* (Sacc. et Malbr.) Rehm weicht nur wenig von dem Typus der Gattung *Phacidium* ab; es ist ein weniger vollkommen entwickeltes *Phacidium* und muß *Phacidium minutulum* (Sacc. et M.) v. H. genannt werden; dementsprechend die drei anderen verwandten Arten: *Phacidium exiguum* (Mout. et Sacc.) v. H., *Ph. Epilobii* (Karst.) v. H. und *Ph. ulceratum* (Phill. et Plowr.) v. H. Diese Art ist synonym mit *Peziza Tripolii* Berk. et Br., die in demselben Jahre (1876) veröffentlicht wurde. Da indeß Phillips in Manuel Brit. Discom., 1887, p. 330 *Peziza Tripolii* als Synonym anführt, dürfte der letztere Name jünger sein. Indessen scheint *Ph. ulceratum* von *Ph. exiguum* nicht verschieden zu sein.

1012. Über die systematische Stellung von Podophacidium terrestre Niessl.

Die Gattung *Podophacidium* wurde von Niessl 1872 auf Grund von *Podophacidium terrestre* aufgestellt (Verh. naturf. Ver., Brünn, X. Bd., p. 62, Sep.). Niessl hielt den gefundenen Pilz für eine neue Form, allein Schröter (Pilze Schlesiens, 1893, II. Bd. p. 159) identifizierte ihn mit *Peziza xanthomela* Pers. (Synops. meth. Fung., 1801, p. 665). Rehm (Hysteriac. und Discomyc., p. 999) hielt zwar noch 1894 beide Pilze für voneinander gänzlich verschieden, führt dieselben aber 1900 (Hedwigia, 39. Bd., p. [192]) als identisch an.

Nach Boudier (Bull. soc. myc., 1885, I. Bd., p. 112) scheint *Tapesia umbrosa* Quélet mit *Peziza xanthomela* Pers. identisch zu sein und er stellte für den Pilz die neue Gattung

Melachroia auf, die mit der älteren Gattung Niessl's zusammenfällt.

In Hist. et Classific. des Discomycetes, 1907, p. 97 führt Boudier sechs *Melachroia*-Arten auf, darunter *M. umbrosa* Schrader, *xanthomela* Pers und *terrestris* Niessl, wobei er die beiden ersten Arten als identisch erklärt. Bei *M. umbrosa* Schrad. zitiert er seine Icon. Mykol., Taf. 449, die aber den Namen *M. xanthomela* P. trägt. Von *Humaria melanodon* Fries (1847), Syll. Fung., VIII. Bd., p. 130, wird angegeben, daß sie mit *M. xanthomela* verwandt ist. Ist vielleicht damit identisch. Von *Mollisia Guernisacii* Crouan (1867) = *Ascophanus Guernisacii* Cr. gab ich in diesen Fragmenten, 1907, III. Mitt., Nr. 155 an, daß sie nach Gillet's Abbildung (Les Discomycetes, 1881, p. 118, Taf. 80) offenbar gleich *Podophacidium terrestre* Niessl ist, was an Originalexemplaren noch näher zu prüfen wäre.

Melachroia Nymani Starb. (Bihang t. kon. svensk. Akad. Handl., 1895, 21. Bd., Afd. III, Nr. 5, p. 38, Fig. 28 *a* bis *e*), gleich *Melachroia xanthomela* (P.) f. *athallina* Rehm, ist von der Normalart kaum verschieden.

Über die systematische Stellung des Pilzes gehen die Autoren weit auseinander.

Niessl und Schröter erklärten denselben als unzweifelhafte Tryblidiacee. Rehm stellt denselben zu den Eupezizeen, die Asci zeigen aber keinen Deckel. Boudier bildet aus den Gattungen *Ombrophila* Fr., *Pachydisca* Boud., *Calycella* Fries, *Discinella* Boud. und *Melachroia* Boud. die Familie der Ombrophilaceen. Vergleicht man indeß die Bilder der hierhergehörigen Formen in Boudier, Icon. myc., Taf. 434 bis 449, so erkennt man, daß *Melachroia* hier an ganz falscher Stelle steht. Minks (Symb. licheno-mycol., 1881, I., p. 69) hält den Pilz für eine *Dermatea*, wovon keine Rede sein kann. Phillips (Grevillea, 18. Bd., p. 86) hält den Pilz für ein *Phacidium*, mit welcher Gattung er nichts zu tun hat. Saccardo (Syll. Fung., VIII.) führt den Pilz p. 550 als *Urnula* und p. 128 als *Humaria* an. Zu *Humaria* stellt ihn auch Cooke (Mycographia, I, 1879, p. 25, Taf. 11, Fig. 41).

Die Gattung *Urnula* Fries (Summa veget. scand., 1849, p. 364) wurde von Fries neben *Cenangium* gestellt, ebenso von Saccardo.

Kupfer (Bull. Torrey Bot. Club, 1903, p. 140) hat den Typus der Gattung *Urnula Craterium* Fries näher untersucht und stellt ihn zu den Cenangieen. Allein nach Boudier (Icon. Mycol., Taf. 341) ist es sicher, daß *Urnula Craterium* mit Deckeln sich öffnende Schläuche hat und eine Eupezizee ist.

Kupfer betont den faserigen Aufbau von *Urnula Craterium*. Denselben faserigen Bau zeigen aber auch die Eupezizeen *Pithya* und *Sarcoscypha*. *Sarcoscypha melastoma* (Sacc.) ist ganz so wie *Urnula Craterium* gebaut und wird daher von Boudier mit Recht in die Gattung *Urnula* versetzt. Bei Boudier stehen in der Gattung *Sarcoscypha* nur die lebhaftfärbigen Arten. Rehm teilt die Eupezizeen in zwei große Gruppen, je nachdem die Fruchtkörper behaart sind oder nicht. Besser wäre es, sie zunächst in faserig und in parenchymatisch gebaute zu teilen. Zu den ersteren würden, soweit mir bisher bekannt, die Gattungen *Pithya*, *Urnula*, *Sarcoscypha* und *Perottia* gehören.

Da *Podophacidium* nach dem Bau der Asci keine Eupezizee ist, kann es keine *Urnula* sein und ebensowenig eine *Humaria* oder *Aleuria* (Gillet, Discomyc., 1879 bis 1887, p. 207). Daher kann *Podophacidium* auch nicht neben *Tarzetta* Cooke gestellt werden, wie Kupfer will, denn *Tarzetta* Cooke (Mycographia, 1879, p. 251) ist ein Subgenus von *Peziza* Dillenius, also eine Eupezizeengattung. *Tarzetta Rapulum* (Bull.) in Rehm (l. c., p. 1021) ist aber nach Boudier wohl zweifellos eine *Stromatinia*.

Es bleibt sonach nur noch zu prüfen übrig, ob *Podophacidium* Niessl = *Melachroia* Boudier nicht doch, wie Niessl und Schröter mit Bestimmtheit angeben, zu den Tryblidiaceen gehört. Vergleicht man in der Tat Medianschnitte von *Podophacidium xanthomelan* (Pers.) Schröter und *Tryblidiopsis pinastri* Pers. miteinander, so erkennt man, daß sich, von den Sporen abgesehen, beide Pilze fast vollkommen gleichen. Niessl und Schröter hatten daher die

Tryblidiaceennatur der Gattung *Podophacidium* ganz richtig erkannt.

1013. Über die Zugehörigkeit von Sphaeronaema Spinella Kalchbrenner.

Die Zugehörigkeit von *Sphaeronaema Spinella* war mir schon lange rätselhaft. Fuckel (Symb. myc. 1869, p. 268) gibt zwar bestimmt an, daß es die Nebenfrucht von *Cenangium salignum* (Tode) Fuckel ist; aber nach seinen Angaben mußte dieser Pilz ein echtes *Cenangium* sein, wonach es kaum möglich schien, daß *Sphaeronaema Spinella* seine Nebenfrucht sein könnte. Dazu kam noch der entscheidende Umstand, daß, wie zuerst Jaczewski angab, letzterer Pilz anscheinend eine geschnäbelte *Cytospora* ist, eine Annahme, die so klar erschien, daß ich mich ihr ohne Bedenken anschloß. Nun gibt es allerdings keine *Valsa* auf *Salix*, zu der die *Sphaeronaema* gehören könnte. Ich habe aber trotzdem in den Fragmenten Nr. 862, XVI. Mit., 1914 und Nr. 947, XVIII. Mitt., 1916 Fuckel's Ansicht zurückgewiesen und für den Pilz, der durch den langen Schnabel von *Cytospora* stark abweicht, die neue Formgattung *Cytonaema* aufgestellt, die ich als Cytosporee betrachtete und in meinem neuen System der Fungi imperfecti (in Falck, Mykologische Untersuchungen und Berichte, 1916, p. 301 bis 369) unter der Nummer 280 daselbst einreihte.

Cenangium salignum (T.) Fuck. ist nach Rehm eine echte *Tympanis* (siehe Rehm, Hyster. und Disomyc., p. 269). Bei der Gattung *Tympanis* sind bisher nur zwei Nebenfruchtformgattungen bekannt geworden: *Pleurophomella* v. H. und *Discosporium* v. H. (Fragm. z. Mykol., Nr. 858, XVI. Mitt., 1914 und Zeitschr. für Gährungsphys., 1915. V. Bd., p. 196). Die Gattung *Discosporium* muß geteilt werden, weil die großsporigen Arten zu *Tympanis*, die kleinsporigen zu *Melanconis* gehören, und nicht alle zu letzterer Gattung, wie ich l. c. noch glaubte. Eine *Sphaeronaema*-ähnliche Nebenfruchtform ist bisher bei *Tympanis*-Arten nicht bekannt geworden. Hingegen steht fest, daß die Gattung *Godronia* Nebenfrüchte besitzt, die langgeschnäbelt sind und daher *Sphaeronaema*-

artig aussehen. Bisher war bei *Godronia* nur die Nebenfruchtformgattung *Chondropodium* v. H. (diese Fragm., Nr. 958, XVIII. Mitt., 1916) bekannt, die *Sphaeronaema*-artig aussieht.

Seither lernte ich gelegentlich einer kritischen Revision der Gattung *Sphaeronaema* die *Sph. clethrincolum* Ellis kennen, welche auf dem Originalexsiccat in Ellis und Everhart, Fungi Columb., Nr. 742 mit *Cenangium urceolatum* Ellis gemischt auftritt. Beide Pilze entspringen demselben eingewachsenen Nährhyphengewebe und gehören daher unzweifelhaft zusammen. Das *Cenangium urceolatum* erwies sich als eine typische *Godronia.* Die *Sphaeronaema clethrincolum* erwies sich als eine mit *Chondropodium* verwandte Stromacee, aber mit kleinen, hyalinen, einzelligen Conidien. Für diese Form stellte ich die Gattung *Chondropodiella* auf, die ich schon in meinem erwähnten Systeme unter Nr. 336 einfügte. Diese letztere Form ist nun zwar generisch von *Cytonaema* v. H. verschieden, steht ihr aber sehr nahe.

Wenn nun *Chondropodiella* sicher zu einer *Godronia* gehört, so ist es ganz gut möglich, daß *Cytonaema Spinella* zu einer *Tympanis* gehört, da beide genannten Discomycetengattungen zu den Dermateaceen gehören, also nahe miteinander verwandt sind.

Es ist mir nach dem Gesagten nicht zweifelhaft, daß der vielfach bewährte Scharfsinn Fuckel's und seine eminente Beobachtungsgabe hier wieder einmal das Richtige getroffen haben und in der Tat die *Cytonaema Spinella* (Kbr.) v. H. die Nebenfrucht von *Tympanis saligna* Tode ist.

Cytonaema v. H. muß daher aus der Reihe der Cytosporeen entfernt und neben *Chondropodiella* v. H. gestellt werden, von welcher Gattung sie sich nicht nur durch die Zugehörigkeit zu *Tympanis* (statt *Godronia*), sondern auch morphologisch genügend unterscheidet.

Daß *Cytonaema Spinella* keine Cytosporee ist, ergibt sich schon aus dem bisher übersehenen Umstand, daß ihre Conidien durchaus nicht allantoid und gekrümmt, sondern nur 2 bis $3 \approx 1\ \mu$ groß und ganz gerade sind. Bezeichnend ist, daß diese Conidien fast völlig den spermatoiden Sproßconidien in den

Schläuchen der *Tympanis saligna* gleichen, was entschieden für die Richtigkeit von Fuckel's Ansicht spricht.

1014. Über die Zugehörigkeit der Gattung Gelatinosporium Peck und Scleroderris pinastri v. H. n. sp.

Wie die Gattung *Gelatinosporium* Peck gebaut ist und daß *Cenangium pinastri* Mougeot eine typische Art dieser Gattung ist, habe ich in den Fragmenten Nr. 956 und 957 gezeigt. Darnach ist anzunehmen, daß *Gelatinosporium betulinum* Peck und *G. pinastri* (M.) v. H. Nebenfrüchte sind, die zu einer und derselben Schlauchfruchtgattung gehören. *Sphaerocista Betulae* Preuss, 1852, beziehungsweise *Gelatinosporium abietinum* Peck, 1871 werden mit diesen beiden Arten identisch sein.

Von *Gelatinosporium pinastri* (M.) v. H. wird heute angenommen, daß es eine Nebenfrucht von *Cenangium Abietis* (P.) ist. So von Saccardo (Ann, myc., 1913, XI. Bd., p. 529) und Diedicke (Kryptogamenfl. Brandenbg., IX., Pilze, VII, 1915, p. 760). Das ist aber falsch. Zu *Cenangium Abietis* (P.) gehört bisher nur *Sclerophoma pithyophila* (Cda.) v. H. (Fragm. Nr. 402, wo die Synonymie) = *Dothichiza ferruginosa* Sacc., was schon Fuckel (Symb. mycol. 1869, p. 269) angab, als Nebenfrucht.

In Rehm (Hysteriac. und Discomyc., 1887 bis 1896, p. 273), ferner in Roumeg., Fung. gall. exs., Nr. 628 und D. Saccardo, Mycoth. ital., Nr. 562 wird *Gelatinosporium pinastri* als Nebenfrucht von *Tympanis pinastri* Tul. angeführt.

Rehm's Angabe (l. c., p. 195), daß der Pilz zu *Tryblidiopsis pinastri* (P.) gehört, beruht auf einem Irrtum, denn die betreffende Quelle (Revue mycol., 1880, II. Bd., p. 17) bezieht sich *Tympanis pinastri* Tul.

Endlich Otth (Mitt. der naturf. Ges. in Bern, 1868, p. 40) betrachtet den Pilz als Nebenfrucht von *Dermatea Pini* Otth, einem Pilze, der unreif gesammelt wurde, dessen Stellung daher unbekannt ist.

Ich habe nun 1916 im Wienerwald auf Tannenrinde eine neue *Scleroderris*-Art (*Scl. pinastri* v. H.) so zusammen mit

Gelatinosporium pinastri (M.) v. H. gefunden, daß es keinem Zweifel unterliegt, daß beide Pilze, die ganz gleich gebaute eingewachsene Stromata besitzen, auf denen sie, nach außen hervorbrechend, sitzen, zusammengehören.

Da nun *Gelatinosporium pinastri* zu einer *Scleroderris* gehört, muß dies auch bei *G. betulinum* Peck der Fall sein. Dies ist nun in der Tat so. Vergleicht man das Exemplar von *G. betulinum* in Ell. und Everh., F. Cólumb., Nr. 853 mit dem von *Scleroderris seriata* (Fr.) in Roumeg., F. sel. gall., Nr. 336, so erkennt man, daß beide Exsiccate denselben Pilz enthalten; bei dem amerikanischen Exemplar auf *Betula lenta* ist nur der Schlauchpilz noch weniger entwickelt als bei dem französischen auf *Betula alba*, während dieses das *Gelatinosporium* nicht mehr zeigt. In beiden sind aber ganz gleich gebaute und beschaffene Ascomata, aber noch ohne Schläuche zu finden. Dazu kommt noch, daß Tulasne's Angaben in Sel. Fung. Carp., 1865, III. Bd., p. 161 über die eine Nebenfrucht seiner *Dermatea seriata* (Fr.) sehr gut zu *Gelatinosporium betulinum* Peck. stimmen. Letztere Form ist daher schon von Tulasne beschrieben worden und 1852 von Preuss.

Rehm (Hyster. und Discom., 1887 bis 1896, p. 211) betrachtet *Cenangium seriatum* Fries nur als zweifelhafte *Scleroderris*; es ist aber eine gute Art dieser Gattung.

Die Arten dieser Gattung haben die Eigentümlichkeit, mehrere von einander sehr verschiedene Nebenfrüchte aufzuweisen.

So hat *Scleroderris ribesia* (P.) dreierlei Nebenfrüchte, darunter *Fuckelia Ribis* Bon. und *Topospora uberiformis* Fr.

Zu *Scleroderris fuliginosa* (P.) gehören *Sphaerocista fuliginosa* (P.) v. H. in Fragm. Nr. 949) und *Topospora proboscidea* Fr. in Fragm. Nr. 960.

Scleroderris pinastri v. H. n. sp.

Eingewachsenes, dünnes, deutlich zelliges Basalstroma unter dem Periderm. Apothecien zerstreut, meist einzeln hervorbrechend, schwarz, lederig, außen glatt, bis 900 μ hoch

und 700 μ breit, auf 220 ≍ 230 μ großem Stiel sitzend. Stielgewebe knorpelig-parenchymatisch, aus 4 bis 5 μ großen Zellen bestehend. Ascomata schalenförmig, mit stark eingebogenem dünnem, parallelfaserigem Rande, der aus einigen Lagen von 3 bis 4 μ breiten Hyphen besteht und innen mit einer oft dicken Lage von sehr zarthäutigen, kaum 2 μ breiten Hyphen bedeckt ist. Excipulum unten 100 μ dick, nach oben allmählich dünner werdend, aus wenig gestreckten Parenchymzellen, die 6 bis 10 ≍ 3 bis 4 μ groß sind, bestehend. Hymenium in der Mitte bis 200 μ dick. Hypothecium in der Mitte bis 100 μ dick, aus zartwandigen, ölreichen, hyalinen, etwas größeren Parenchymzellen bestehend. Paraphysen von Schlauchlänge, fädig, einfach oder oben kurz, etwas knorrig, unregelmäßig verzweigt. Schläuche zylindrisch, dünnwandig, oben abgestutzt, unten breitknopfig, ungestielt, 80 bis 100 ≍ 12 bis 13 μ. Sporen zu acht, hyalin, zylindrisch, gegen die Enden etwas verschmälert, einzellig oder mit meist achtteiligem Plasma, parallel im Schlauche liegend, 56 bis 66 ≍ 3·5 bis 4 μ groß. Nebenfrucht: *Gelatinosporium pinastri* (Mougeot) v. H.

Auf dünner Weißtannenrinde im Viehoferin-Walde bei Preßbaum im Wienerwald, 1916 im Juni, beide Fruchtformen reif.

Auf Abietineen sind drei *Scleroderris*-Arten beschrieben worden, die aber kaum alle in die Gattung gehören und von der beschriebenen Art sicher verschieden sind: *Scl. abietina* E. et Ev. (XIV., p. 799), *Solleana* Sacc. et Cav. (XVI., p. 765) und *Treleasei* Sacc. (XVIII., p. 130).

1015. **Unguicularia raripila** v. H. n. sp.

Ascomata in kleinen Herden, oberflächlich, flach-obkonisch, blaßrosa, 180 bis 360 μ breit, 120 bis 200 μ dick, scheinbar unberandet. Hypothecium 60 bis 100 μ dick, zartwandig-hyalinparenchymatisch, Zellen 5 bis 11 μ breit; Excipulum unten größer-, oben kleinzellig-parenchymatisch, sehr dünn, nicht vorstehend, daher Rand der Ascomata abgerundet, nach oben hin mit locker stehenden, spitzen, geraden oder gebogenen, einzelligen, glatten, nur im unteren Viertel ein Lumen zeigenden, kegeligen, 26 bis 34 μ langen, unten 4 bis 5, oben 2 bis

3 dicken Borsten besetzt. Paraphysen sehr dünnfädig, ein bis zweimal gabelig geteilt, oben schwachknopfig verdickt. Schläuche dünnhäutig, keulig, kurzgestielt, achtsporig, 40 bis 50 ≃ 8 bis 10 μ groß. Jod gibt keine Blaufärbung. Sporen meist gerade, spindelförmig, zartwandig, mit einigen kleinen Öltröpfchen, einzellig, meist spitzendig, 13 bis 16 ≃ 2·5 bis 3 μ, selten bis 18 ≃ 4 μ groß.

Auf dürren Stengeln von *Lavatera thuringiaca* am Sonntagsberg in Niederösterreich, Mai 1916, P. P. Strasser. Da die Borsten nur in der Zahl von etwa 20 bis 30 auftreten und sehr klein sind, sowie auch nur wenig über den Apothecienrand vorstehen, können sie leicht übersehen werden und sieht dann der Pilz auch mikroskopisch täuschend einer *Orbilia* ähnlich.

Infolge der kurzen und spärlichen Behaarung ist der Pilz auch habituell vom Gattungstypus *U. unguiculata* v. H. (Ann. myc., 1905, III. Bd., p. 404) und den übrigen Arten der Gattung (diese Sitzungsberichte, 1906, 115. Bd., Abt. I, p. 1279) sehr verschieden. Erst ein eingehendes Studium desselben zeigte mir, daß er hierher gehört.

1016. Über Peziza lasia Berk. et Broome.

Der auf Ulmenrinde gefundene Pilz wurde beschrieben in Ann. Mag. Nat. Hist., 1873, XI. Bd., 4. Serie, p. 347, Taf. VIII, Fig. 10.

Nach Rehm (Hysteriac. und Discomycet., 1896, p. 456) ist *Habrostictis rubra* Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 249) derselbe Pilz. Zur neuen Gattung *Habrostictis* zieht Fuckel auch *Stictis ocellata* (P.) Fr. und *Schmitzonia chrysophaea* Rbh., welche aber beide echte *Ocellaria*-Arten sind. Als Typusart der Gattung *Habrostictis* muß jedoch *H. rubra* Fuckel betrachtet werden.

Für *Peziza carpoboloides* Crouan und *P. lasia* B. et Br. stellte Boudier 1885 (Bull. soc. myc. France, I. Bd., p. 114) die Gattung *Cheilodonta* auf. In Icon. Mycol., 1905 bis 1910, Taf. 459 nannte er aber den ersteren Pilz *Habrostictis carpoboloides*; offenbar weil er nun *Cheilodonta* für synonym mit *Habrostictis* hielt.

Phillips (Manuel british Discomyc., 1887, p. 327) stellte die *Peziza lasia* in die Gattung *Calloria*.

In der Syll. fung., VIII. Bd., 1889, p. 625 heißt der Pilz *Orbilia lasia* Sacc.; daneben wird aber die damit unzweifelhaft identische *Habrostictis rubra* Fuck. als *Ocellaria rubra* (Fuck.) Sacc., l. c., p. 656 aufgeführt und in den Fung. ital., Taf. 1365 abgebildet.

Auch Rehm (l. c.) führt den Pilz als *Orbilia* an.

Der von Schröter (Pilze Schlesiens, 1893, II. Bd., p. 120) als *Orbilia lasia* (B. et Br.) angeführte Pilz scheint eine andere Art zu sein.

Daraus ist ersichtlich, daß die Autoren über die Stellung des Pilzes verschiedener Ansicht sind.

Die Untersuchung zweier nicht besonders gut entwickelter Exemplare von *Habrostictis rubra* ergab folgendes:

In der Mycoth. germ., Nr. 613 ist der Pilz als *Orbilia lasia* (B. et Br.) Sacc. ausgegeben. Angeblich auf Apfelbaumrinde. Allein das Originalexemplar zeigte mir, daß die Rinde dicke weiße Korkschichten aufweist und daher falsch bestimmt ist. Sie rührt kaum von einem europäischen Holzgewächs her, vielleicht von *Phellodendron amurense*. Die Untersuchung dieses Exemplares zeigte mir, daß sich der Pilz jedenfalls anormalerweise auf der glatten Innenseite der Rinde unter der Oberfläche entwickelt und schließlich oberflächlich wird. Anfangs ist er kugelig, öffnet sich rundlich und wird schließlich weit schalenförmig. An der flachen Basis befindet sich ein lockeres, 30 bis 40 μ dickes Plectenchym aus 2 μ breiten, hyalinen Hyphen. Die reifen Apothecien sind etwa 900 μ breit und 600 μ hoch, weichfleischig und rot gefärbt. Das Hypothecium ist 160 μ dick und zweischichtig. Die untere Schichte ist 70 bis 80 μ dick und besteht aus 12 bis 16 μ breiten, dünnwandigen hyalinen Parenchymzellen. Nach oben hin, unter der 60 bis 70 μ dicken Hymenialschichte wird das Gewebe allmählich mikroplectenchymatisch. Das Excipulum ist 50 bis 60 μ dick, außen kleinzellig parenchymatisch, innen mikroplectenchymatisch. Der Rand desselben ist stumpflich, nicht gezähnt oder faserig und ragt nur wenig vor. Die Asci sind gestielt, zylindrisch-keulig, etwa 70 ≈ 5 bis 6 μ groß. Die

Sporen sind hyalin, einzellig, zylindrisch-spindelig, gerade oder schwach gekrümmt, zartwandig, an den Enden stumpflich, 10 bis 15 ≍ 1·5 bis 2 μ groß. Die Paraphysen sind 1 μ dick, unten gegabelt und oben auf 2 bis 3 μ meist spitzkeulig verdickt. Das Excipulum ist außen rauh und mit beim Hervorbrechen mitgenommenen kleinen Rindenteilchen besetzt.

Mit diesem Pilz ist identisch das Originalexemplar von *Habrostictis rubra* Fuckel in den Fung. rhen., Nr. 2554. Doch ist dieses unreif und schlecht entwickelt.

Aus den gemachten Angaben ersieht man, daß der Pilz keineswegs einen zerrissen-zähnigen Apothecienrand besitzt, wie dies Berkeley, Broome und Saccardo angeben und zeichnen.

Vergleicht man Querschnitte von *Habrostictis rubra* mit solchen von *Ocellaria aurea* Tul., so erkennt man, daß sich beide sehr nahe stehen. *Ocellaria* hat das Excipulum mehr parallelfaserig gebaut, die Schläuche sind dickkeulig, die Sporen groß, eiförmig, die Paraphysen sind schleimig verklebt.

Bei *Habrostictis* ist das Excipulum parenchymatisch, die Asci sind schmal, fast zylindrisch, ebenso die Sporen und die Paraphysen sind dünn und kaum verklebt.

Ich glaube, daß trotz der nahen Verwandtschaft die beiden Gattungen nebeneinander bestehen bleiben können.

Ihre Stellung dürfte aber nicht bei den Stictideen am richtigen Platze sein, sondern besser bei den Dermateen. Zu dieser Ansicht drängt auch der Umstand, daß *Ocellaria aurea* eine zwar sehr veränderliche Nebenfrucht hat, welche aber in der best entwickelten Form stromatisch ist (siehe Zeitschr. für Gährungsphys. usw. 1915, V. Bd., p. 213) und der *Tuberculariella Betuli* (A. u. S.) v. H. (der Nebenfrucht von *Dermatea Carpinea* [P.], l. c., p. 209) sehr nahe steht. Derartige Nebenfrüchte kommen bei echten Stictideen nicht vor.

Aber auch *Habrostictis rubra* Fuckel hat eine ganz ähnliche Nebenfrucht, die ich l. c. *Tuberculariella sanguinea* (Fuck.) v. H. genannt habe. Denn, daß *Myxosporium sanguineum* Fuckel (Symb. myc., 1869, p. 230) nicht die Nebenfrucht von *Anthostoma gastrinum* (Fr.) = *Quaternaria Nitschkii* Fuckel ist, ist klar; ich zweifle nicht daran, daß sie zu

Habrostictis rubra gehört, die dieselbe Farbe hat und auf dem gleichen Substrat (*Ulmus*-Rinde) lebt.

Wir hätten also in *Ocellaria* und *Habrostictis* zwei mit *Dermatea* (*Pezicula*) nächstverwandte Gattungen zu sehen, mit *Tuberculariella* als Nebenfruchtgattung.

Es liegt sehr nahe zu vermuten, daß *Stictis coccinea* Fries (auf *Morus*) in Fries, Elench. Fung., 1828, II. Bd., p. 24) ein mit *Habrostictis rubra* Fuck. nahe verwandter Pilz sein werde.

Rehm (l. c., p. 136) nannte den Pilz *Ocellaria coccinea* (Fr.). Allein Schläuche sind bei demselben nicht gefunden worden und ich vermute, daß es sich um *Catinula cinnabarina* (Sacc.) v. H. (Fragm. z. Mykol. 1915, XVII. Mitt., Nr. 908) handelt.

Was *Peziza carpoboloides* Crouan anlangt, so hat diese nach Boudier, Icon. Mycol., Taf. 459 oberflächlich stehende Apothecien mit stark zerrissen-gezähntem Rande. Obwohl nun dieser Pilz nach allen seinen sonstigen Eigenschaften der *Habrostictis rubra* Fuckel zweifellos sehr nahe steht, so muß er doch als Vertreter einer eigenen Gattung angesehen werden, für welche wohl am besten der von Boudier ursprünglich angewendete Name *Cheilodonta*, 1885 aufrecht bleiben könnte, deren Stellung mir noch zweifelhaft ist.

1017. Über Pyrenopeziza Agrostemmatis Fuckel.

Der Pilz wurde von Fuckel in Symb. mycol., 1869, p. 295, Taf. VI, Fig. 34 beschrieben. Rehm nahm denselben in seinem Discomycetenwerke (p. 557) als *Niptera*-Art auf, mit Fuckel's Beschreibung. Der Pilz scheint seit Fuckel nicht wieder gefunden worden zu sein, denn Rehm sagt in Ber. d. Bayr. Bot. Ges., 1914, XIV. Bd., p. 103, daß ihm der Pilz nicht weiter bekannt geworden ist und ganz zweifelhaft ist.

Seither ist nun derselbe von P. P. Strasser am Sonntagsberg in Niederösterreich (VII, 1916) in reifen Exemplaren wieder gefunden worden an dürren Blättern von *Agrostemma Githago*, während sich auf den Stengeln das *Gloeosporium Delastrei* Lacroix vorfand, das von Fuckel als eine Nebenfrucht des Pilzes betrachtet wird, was hierdurch bestätigt

wird. Auch der Umstand, daß die Conidien des *Gloeosporium* den Schlauchsporen in Größe, Form und Teilungsmodus ganz ähnlich sind, kann als Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Zusammengehörigkeit der beiden Pilze gelten.

Die Untersuchung des Pilzes hat mir nun gezeigt, daß derselbe eine *Fabraea* ist (*Fabraea Agrostemmatis* (Fuck.) v. H.).

Der Pilz entwickelt sich im Gewebe unter der Epidermis aus einem wenig ausgebildeten hyalinen Plectenchym und bricht ganz hervor. Er sitzt in reichlicher Menge zerstreut auf beiden Blattseiten. Die Ascomata sind 200 bis 300 μ breit, rundlich, schwarz und etwa 140 μ hoch. Das Hypothecium ist bis zur Basis 50 bis 60 μ dick und hyalin-parenchymatisch. Das Excipulum ist etwa 12 μ dick und besteht bis zum Rande aus violettkohligen, offenen, 6 bis 8 μ großen Parenchymzellen.

Die Schläuche sind dünnhäutig, keulig und kurzgestielt, achtsporig und 70 bis 76 ≍ 10 bis 11 μ groß. Der Porus färbt sich mit Jod stark blau. Die zahlreichen Paraphysen sind fädig, etwa 2 μ dick, oben meist nicht, zum Teile aber 4 bis 5 μ stark kolbig verdickt. Die Sporen liegen im Schlauche meist zweireihig und sind länglich-spindelig, manchmal etwas keulig, haben verschmälerte abgerundete Enden, sind meist gerade, sind, wenn gut entwickelt, 17 bis 20 ≍ 4·5 bis 5·5 μ groß und zeigen im unteren Drittel oder Viertel eine scharfe Querwand. Zwei bis vier kleine Öltröpfchen zeigen sich an den Enden und an der Querwand.

Daraus ersieht man, daß es sich hier um eine sehr gut charakterisierte Form handelte.

Da das *Gloeosporium Delastrei* nicht nur auf *Agrostemma*, sondern auch auf *Silene*, *Lychnis*, *Viscaria* und *Melandrium* auftritt, so ist gewiß, daß die *Fabraea Agrostemmatis* auch auf den genannten und vielleicht noch anderen verwandten Sileneengattungen wachsen wird.

In der Tat ist dieselbe seit Fuckel unter dem Namen *Fabraea implexa* Bres. et Carestia (Malpighia, 1897, XI. Bd., p. 276) wieder beschrieben worden. Diese Form wächst auf *Lychnis Flos Jovis* und ist von Fuckel's Pilz, wie mich

die Originalexemplare in Rehm, Ascomyc. exs., Nr. 1220; Rabenh.-P., Fung. europ., Nr. 4270 und D. Sacc., Mycoth. ital., Nr. 529, die miteinander identisch sind, lehrten, spezifisch nicht verschieden.

Rehm bildet aus den Pseudopezizeen und Eupyrenopezizeen eine Gruppe, die Pyrenopezizeen. Diese Gruppe ist aber unnatürlich, denn die Eupyrenopezizeen sind zunächst mit den Mollisieen verwandt, während die Pseudopezizeen nichts anderes als vereinfachte, blattbewohnende Dermateen sind. Da sich die beiden Gattungen der Pseudopezizeen. *Pseudopeziza* und *Fabraea* nur durch die ein- oder zwei- bis vierzelligen Sporen voneinander unterscheiden, so ist anzunehmen, daß auch die Nebenfruchtformen der beiden Gattungen formverwandt sein werden. Zu *Pseudopeziza* gehört die Gattung *Sporonema* Desm. (siehe diese Fragmente, Nr. 547, XI. Mitt., 1910) als Nebenfrucht. Diese Formgattung betrachte ich nun als zu den *Pachystromaceae sphaeriales, jacente, coriaceae* gehörig und habe sie daher in meinem neuen System der Fungi imperfecti (in Falck, Mykol. Untersuchungen und Berichte, III. Heft, 1917, p. 301 bis 369) daselbst eingereiht. Die Untersuchung des *Gloeosporium Delastrei* hat mir nun gezeigt, daß dasselbe kein typisches *Gloeosporium* Desm. et Mont. (non Aut.) ist, sondern offenbar eine mit *Sporonema* Desm. verwandte Form. Es ist ein rundliches, anfänglich anscheinend geschlossenes, kleines bräunliches Stroma unter der Epidermis vorhanden, das sich oben später allmählig weit öffnet. Die Conidienträger sitzen nicht bloß an der konkaven Basis, sondern auch seitlich ziemlich weit hinauf. Das Stromagewebe ist dünn, bräunlich, weich und ringsum entwickelt, im Gegensatz zu *Sporonema* jedoch oben schwächer und blässer. Der Pilz scheint eine eigene Formgattung darzustellen, die man *Diplosporonema* nennen könnte, was aber noch weiter geprüft werden muß.

1018. Über Peziza sphaeroides P. Myc. — **Var. Lychnidis** Desmaz.

Der so genannte Pilz ist in Desmazières, Pl. cryptog. du Nord de la France, 1826, Nr. 174 ausgegeben. Derselbe

wächst auf dürren Stengeln von *Lychnis sylvestris* und ist von Desmazières nicht beschrieben worden. Phillips (British Discomycetes, 1887, p. 187) beschrieb ihn unter dem Namen *Mollisia sphaeroides* (Desm.) aus England. Rehm (Hysteriac. und Discomycet., 1887 bis 1896, p. 614 und 1265) nannte ihn erst *Pyrenopeziza sphaeroides* (Desm.) und dann *Pyrenopeziza Lychnidis* (Sacc.). Boudier (Hist. Classific. Discom., 1907, p. 180) nannte ihn *Pseudopeziza sphaeroides* P. var. *Lychnidis* Phill.

Die Untersuchung meines Originalexemplares in Desmazières Exsikkaten zeigte mir, daß der Pilz ganz unreif, noch geschlossen und ohne Schläuche, sowie schlecht entwickelt ist. Zerquetscht man die größten Stücke, so erkennt man, daß es sich offenbar um eine *Pirottaea* handelt. Genau so wie das Desmazière'sche ist auch das von Rehm zitierte Libert-sche Exemplar ganz unreif. Dasselbe ist in Roumeguère, F. gall. exs., Nr. 1256 (auf *Lychnis dioica*) ausgegeben und stimmt mit dem Original überein.

Vergleicht man nun Rehm's Beschreibung des reifen Pilzes (Nr. 5138) mit jener von *Pirottaea Veneta* Sacc. et Speg. (Nr. 5174), so erkennt man eine so weit gehende Übereinstimmung beider, daß es sehr naheliegend ist, anzunehmen, daß *Pirottaea Veneta* Sacc. et Speg. (Michelia, 1878, I. Bd., p. 424) und Desmazières' Pilz die gleiche Art sind. In der Tat zeigten mir die zwar auch noch unreifen, aber viel besser entwickelten Exemplare des Pilzes auf *Lychnis* in Rehm, Ascom. exs., Nr. 1164: Saccardo, Mycoth. italic., Nr. 518 und Rabenhorst-P., Fung. europ., Nr. 4173 (die miteinander identisch sind), daß Desmazières' Pilz von der *Pirottaea Veneta* Sacc. et Speg. nicht spezifisch verschieden ist. Da der Desmazière'sche Name ein nomen nudum ist und die von Phillips, Rehm und Boudier gebrauchten Namen jüngeren Datums sind als die von Sacc. et Speg., muß der Pilz fernerhin *Pirottaea Veneta* heißen.

1019. Über Asteroma impressum Fuckel.

Der Pilz ist beschrieben in Fuckel, Symb. mycol., II. Nachtr., 1873, p. 82 und in Fung. rhen., Nr. 2593 aus-

gegeben. Am Originalexemplar ist außer hyalinen Hyphen im Mesophyll nichts zu finden. Ebenso an den grünen Blättern des Exemplares in Allescher und Schnabl, F. bav., Nr. 178, während an den bereits abgestorbenen braunen Blättern hie und da rundliche, in der Mitte hellere, am Rande violettschwarze, etwa bis 100 μ breite, innen hyaline, außen fast schwarze, parenchymatische Gewebepolster auftreten, die von der Cuticula bedeckt sind und in und unter der Epidermis entstehen. Dieselben herdenweise auftretenden Gewebepolster fand ich auch in dem Exemplar in K. et B., F. imperf., Nr. 8, dessen Blätter bereits abgestorben waren. Wohl zweifellos dasselbe Gebilde ist *Asteroma Cacaliae* Desmaz. auf *Adenostyles albida* (= *Cacalia Petasites*) in Desmazières, Pl. crypt France, 1850, Nr. 1998, nur sind hier die Blätter noch ganz grün und ist von einem Pilze hier überhaupt nichts zu finden. Die braunen dendritischen Zeichnungen auf den Blättern rühren von verfärbten Epidermiszellen her. Offenbar ist auch hier ein Pilz die Ursache der Flecke, aber derselbe ist nur in Form von hyalinen Hyphen im Mesophyll entwickelt und entzieht sich der Beobachtung.

Diedicke (Ann. mycol., 1911, IX Bd., p. 534, Taf. XVIII., Fig. 9) beschreibt bei *Asteroma impressum* unter der Cuticula radial verlaufende, dichotomisch verzweigte, zu Fibrillen verwachsene Hyphen, von denen er nicht angibt, ob sie hyalin oder gefärbt sind, ferner auf der Epidermis unter der Cuticula eingewachsene Pycniden, die hyaline, spindelförmige, sichelförmig gekrümmte, 8 bis 10 ≍ 1·5 bis 2 μ große Conidien enthalten. Diese Pycniden nannte er *Excipula impressa* (Fuck.) D.

Von allen diesen Dingen habe ich nichts finden können.

Die oben beschriebenen Gewebepolster halte ich für unreife Zustände eines Discomyceten, wahrscheinlich einer Pseudopezizee.

In der Tat ist auf *Homogyne*, einer mit *Tussilago* und *Adenostyles* verwandten Gattung, von Schröter (Pilze Schlesiens, II., 1893, p. 116) ein unreifer Discomycet gefunden worden, den er *Pyrenopeziza Homogynes* nennt, der aber von Rehm (Hysteriac. und Discomyceten, p. 1229) für eine *Pseudo-*

peziza gehalten wird. Da aber die Schlauchsporen desselben unbekannt sind, könnte es auch eine *Fabraea* sein.

1020. Über Peziza pulveracea Alb. et Schweiniz.

Der Pilz ist beschrieben in Albertini et Schweiniz, Conspect. Fung. in Lus. sup., 1805, p. 342, Taf. VIII, Fig. 2.

Über denselben sind die Autoren ganz im Unklaren. Fries (System. mycol., II. Bd., 1823, p. 181) stellte ihn zu *Cenangium* I. *Scleroderris*.

Bei *Cenangium* verblieb der Pilz bei Rehm, Saccardo, Schröter, Phillips und Fuckel. Allein Tulasne, Sel. Fung., Carpol., III. Bd., 1865, p. 173) erklärte den Pilz für eine echte *Cyphella*. Er beruft sich hierbei auf das in Desmazières, Pl. crypt. Nord-France, 1833, Nr. 605 ausgegebene, von Montagne in den Ardennen gesammelte Exemplar.

Die Untersuchung dieses Exemplares, das mit den Angaben und Bildern von Albertini und Schweiniz vollkommen übereinstimmt, so daß es keinem Zweifel unterworfen ist, daß dasselbe die echte *Peziza pulveracea* ist, hat mir nun gezeigt, daß der Pilz ein Discomycet ist. Das Exemplar ist zwar schlecht entwickelt, es konnten jedoch unreife, schmale Asci und zahlreiche dünne Paraphysen festgestellt werden. Das dunkle Excipulum hat die Eigentümlichkeit sich mit Jod blutrot zu färben.

Vergleicht man nun dieses Desmazière'sche Exsikkat Nr. 605 mit dem in Rehm, Ascomyc., Nr. 1580 von *Dasyscypha coerulescens* Rehm var. *dealbata* R., so erkennt man schon mit der Lupe, daß die beiden Pilze miteinander identisch sind, was durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt wird. Beide Pilze treten auf demselben Substrat (alte Borke von *Betula alba*) auf.

Auf die Varietät *dealbata* Rehm (Ann. mycol., 1905, III. Bd., p. 225) ist wohl kein Gewicht zu legen, da auch bei der Normalform vereinzelt gestielte Apothecien vorkommen und die Färbung von dem Alter und den Entwicklungsumständen abhängt.

Der Pilz kommt nicht bloß auf Birkenborke vor, sondern wurde nach Rehm von Kmet auch auf Eichen in Ober-

ungarn gefunden. Fuckel (Symb. myc., I. Nachtrag, 1871, p. 42) hat anscheinend denselben Pilz auf Rinde von *Prunus insititia* gefunden. Feltgen fand ihn auf einem dürren Ast, angeblich von *Rhamnus*, der aber wahrscheinlich von Erle herrührt; ferner angeblich an Rinde von *Ilex Aquifolium*; Phillips fand ihn auf einem *Ilex*-Stamm. Jaap fand ihn auf morschen Zweigen von (angeblich) *Salix aurita*. Ich habe ihn ferner aus Obersteiermark auf Pappelholz.

Alle untersuchten Exemplare sind schlecht entwickelt und zeigen keine reifen Sporen. Der Pilz scheint meist vor der Reife zu verkümmern.

Der Pilz hat folgende Synonymie.

Dasyscypha pulveracea (A. et S.) v. H.

Syn.: *Peziza pulveracea* Alb. et Schweiniz, 1805.
Cenangium pulveraceum Fries, 1823.
Dasyscypha coerulescens Rehm, 1883.
Trichopeziza coerulescens (R.) Sacc., 1889.
Dasyscypha grisella (C. et Ph.) f. *Ilicis* Feltgen, 1903.
Dasyscypha leucomelaena Feltgen, 1903.
Dasyscypha coerulescens Rehm var. *dealbata* Rehm, 1905.

1021. Über Peziza echinophila Bulliard.

Der in Hist. champ. franc., 1791 bis 1798, p. 235, Taf. 500, Fig. 1 beschriebene und abgebildete Pilz wird von den Autoren in sehr verschiedene Gattungen gestellt, so zu *Ciboria* (Saccardo), *Phialea* (Quélet, Boudier), *Hymenoscypha* (Phillips) und *Sclerotinia* (Rehm).

Die Abbildung desselben in Boudier, Icon. Mycol., 1905 bis 1910, Taf. 481 lehrt, daß der Pilz eine ganz typische *Rutstroemia* Karsten ist. Dies zeigt nicht nur die äußere Beschaffenheit des Pilzes, sondern insbesondere auch die charakteristische Art der Krönung der Sporen mit kugeligen gestielten Sporidien, genau so wie bei *Rutstroemia bolaris* und *R. firma*.

Gegen die Einreihung des Pilzes bei *Sclerotinia* insbesondere spricht auch der völlige Mangel eines Stromas oder Sclerotiums, sowie der Umstand, daß die großen, stark

gekrümmten Sporen zwei große Öltropfen zeigen, und schließlich häufig zweizellig, ja nach Quélet sogar vierzellig werden, was gewiß richtig ist. Die *Rutstroemia echinophila* (Bull.) v. H. ist bisher nur auf den Fruchthüllen von *Castanea vesca* gefunden worden. Im Wiener Walde ist dieselbe jedoch gar nicht selten auf den faulenden Fruchtbechern von *Quercus Cerris,* vollkommen mit der Form auf *Castanea* übereinstimmend. Die Form auf der Zerreiche dürfte in Rehm's Ascomycetenwerk ausgegeben werden.

1022. Lachnea (Cheilymenia) furcifera v. H. n. sp.

Ascomata scheibenförmig, orange-ockergelb bis fast mennigrot, meist 1 bis 3 *mm* breit, 800 μ dick, oben flach, unten konvex; Schlauchschicht 260 μ, Hypothecium 540 μ dick, parenchymatisch; Gewebe hyalin, zartwandig, Zellen unten 30 bis 40 μ groß, nach oben hin kleiner werdend und voll gelber Öltröpfchen. Excipulum unten 80 μ, oben 35 μ dick, nicht vorstehend, hier aus drei bis vier Lagen von quergestreckten Zellen bestehend. Borsten spitzlich oder abgerundetstumpf, steif, bräunlich, von verschiedener Länge, 80 bis 370 μ lang, unten 12 bis 17 μ, oben meist 6 bis 8 (selten bis 12) μ breit, mit 2 bis 2·6 μ dicker Wandung und je nach der Länge mit zwei bis fünf zarten Querwänden. Die weiter oben stehenden Borsten sind einfach, die unteren sind ein- bis zweimal gegabelt, mit steifen, oft ungleich langen Gabelzweigen. Basis der Borsten meist mit zwei bis drei Lappen versehen. An der Basis der Ascomata lange, derbwandige, unregelmäßig verbogene, etwas korrige, 7 bis 8 μ breite, hyaline, haarähnliche Hyphen. Paraphysen zahlreich, steif, fadenförmig, mit vielen gelblichen Öltröpfchen, 1·5 bis 2 μ dick, oben nicht oder langkeulig auf 4 bis 6 μ verdickt. Schläuche zylindrisch, etwa $240 \asymp 12$ μ groß; achtsporig; Sporen einreihig, hyalin, elliptisch, glatt oder sehr feinkörnig-rauh, ohne Öltröpfchen, 16 bis $18 \asymp 8$ bis 9 μ groß.

Auf lehmigem Weg im Viehoferinwald bei Preßbaum im Wienerwalde, Juni 1916, leg. v. Höhnel.

Von allen *Cheilymenia*-Arten durch die zwei- bis viergabeligen Borsten verschieden.

1023. Über Aposphaeriopsis fusco-atra Diedicke.

Der in Krypt. Fl. Brandenb. 1914, Pilze, VII, p. 584 beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar *Cephalotheca sulfurea* Fuckel (Symb. Mycol., I. Nachtr., 1871, p. 9 [297]). Die in Fuckel, Fung. rhen., Nr. 2313 ausgegebenen Exemplare sind ganz unreif, enthalten aber zum Teile schon einzelne der charakteristischen Schlauchsporen. Diedicke's Exemplar ist vollständig ausgereift und sieht ganz anders aus. Merkwürdig ist die Entstehungsart der Perithecienmembran. Dieselbe besteht anfangs aus voneinander getrennten, 50 bis 120 μ breiten, fünf- bis sechsseitigen Schildern, die einen radiären Aufbau aus parallel gereihten 2 bis 3 μ großen schokoladebraunen Zellen zeigen. Diese Tafeln oder Schilder wachsen später zusammen.

In gleicher Weise gebaut sind auch die Perithecien von *Testudina terrestris* Bizzozero (Atti Ist. Veneto scienz. Lett. ed Arti, Venezia, VI. Ser., III. Bd., 1885, p. 303). Auch hier zerfällt die Perithecienmembran in bis 200 μ große, abgerundet-eckige Schilder, die fast opak sind und aus auf den Grenzlinien senkrecht stehenden, 2 bis 4 μ breiten, parallelen Zellreihen bestehen. *Testudina* scheint sich von *Cephalotheca* nur durch die zweizelligen Sporen zu unterscheiden. So nach Exemplaren, die von P. P. Strasser 1915 auf Fichtenholz am Sonntagsberg in Niederösterreich gesammelt wurden.

Es ist zu vermuten, daß *Fairmania singularis* Sacc. (Ann. myc., 1906, IV. Bd., p. 276) mit dem obigen Pilz Diedicke's identisch oder verwandt ist.

Cephalotheca reniformis Sacc. et Therry (Michelia, 1881, II. Bd., p. 312) mit nierenförmigen, 4 bis 5 ≍ 3 bis 3·5 μ großen Sporen ist ein ähnlicher oder derselbe Pilz.

Noch sei bemerkt, daß *Marchaliella zopfielloides* Bomm. et Rouss. (1891, Syll. Fung., XI, 257) von *Testudina terrestris* Bizz. offenbar nicht verschieden sein wird. *Marchaliella* wuchs auf Fichtenholz, so wie das niederösterreichische Exemplar der *Testudina*. Irgendein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Pilzen ist nicht zu ersehen.

1024. Über Nitschkea Flageoletiana Sacc.

In Fragment Nr. 888 (1915, XVII. Mitteilung) gab ich an, daß dieser Pilz eine Microthyriacee ist. Die Gattungszugehörigkeit konnte an dem spärlichen, nicht ganz reifen Material nicht sicher festgestellt werden. Seither erhielt ich von Dr. H. Rehm reichliche Aufsammlungen des Pilzes von verschiedenen Standorten mit wertvollen Angaben. Aus den letzteren geht auf das Klarste hervor, daß derselbe Pilz schon 1887 als *Microthyrium epimyces* Sacc., Bomm., Rouss., beschrieben worden war (Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique, 26. Bd., p. 210; Hedwigia, 26. Bd., p. 97). Der Pilz ist in Rehm, Ascom. exs., Nr. 899 als Original ausgegeben. Das untersuchte Original von *Nitschkea Flageoletiana* Sacc. stimmt damit vollkommen überein. Ich fand, daß nur undeutliche, krümmelige Paraphysen vorhanden sind. Die meist dichtstehenden, aneinanderstoßenden Perithecien sind fast opak, so daß die radiäre Struktur derselben oft kaum zu sehen ist. Oben ist ein unregelmäßig-rundliches, 12 bis 16 μ breites Pseudostiolum zu sehen. Die Perithecien sind schwach glänzend, 80 bis 140 μ breit, schwarz, flach, in der Mitte etwas eingesenkt und am Rande meist mit einem opaken, schmalen Wulst versehen. Die untere Hälfte der Perithecien ist auch deutlich radiär gebaut. Die reifen Sporen sind hyalin, länglich-keulig, sehr zartwandig und etwa $18 \approx 4\ \mu$ groß. Sie zeigen spät eine sehr zarte Querwand und meist vier Öltröpfchen. Darnach ist der Pilz ein *Loranthomyces* v. H. (Frag. Nr. 310, VII. Mitt. 1909). Diese Gattung unterscheidet sich von *Trichothyrium* Speg. nur durch den im reifen Zustande völligen Mangel eines freien Mycels. Das von mir früher der Gattung *Loranthomyces* zugeschriebene Stroma gehört nicht dazu.

Nach Rehm in lit. wäre noch zu prüfen, ob der Pilz mit *Dothidea episphaeria* Peck (siehe Ellis und Everhart, North-Americ. Pyrenomycetes, 1892, p. 610) verwandt oder identisch ist.

Manchmal kommt der Pilz zusammen mit *Berlesiella parasitica* (Fabre) v. H. (siehe diese Fragmente, 1915, XVII. Mitt., Nr. 884) auf demselben *Eutypa*-Stroma vor. Saccardo's falsche Bemerkung in Annal. mycol., 1915,

XIII. Bd., p. 134 ist durch meine Angaben in Fragment Nr. 884 wohl erledigt.

1025. **Melanospora similis** v. H., n. sp.

Perithecien oberflächlich, meist vereinzelt, rötlich gelbbraun, kugelig, mit kleiner Mündungspapille, bis 400 μ breit. Perithecienmembran häutig, aus dünnwandigen, gelblichen, 20 bis 40 μ breiten Zellen bestehend. Um die Mündung stehen etwa 15 hyaline, verschieden große, 40 bis 170 μ lange, einzellige, stumpfliche, kegelige, unten dickwandige (1·6 μ), oben dünnwandige, unten 7 bis 8 μ breite, steife Borsten. Asci zahlreich, eiförmig-elliptisch, langgestielt (?), sehr zartwandig, sechs bis achtsporig, leicht zerfließend, ohne Stiel etwa 90 ≍ 35 μ groß, Sporen dreireihig geballt im Ascus, elliptisch, gegen die abgerundeten Enden etwas verschmälert, mit rundlichem Querschnitt, dünnwandig (aber nicht völlig ausgereift), erst hellgrau, dann violett-schwärzlich, einzellig, 28 bis 34 ≍ 13 bis 15 μ. Paraphysen undeutlich, verschleimend.

An morschen Zweigen von *Cornus sanguinea* am Sonntagsberg in Niederösterreich, November 1914, leg. P. P. Strasser.

Die beiden in Jaap, Fung. sel. exs., Nr. 417 und Krieger, Fung. sax., Nr. 1670 unter dem Namen *Melanospora thelebaloides* (Fuck.) Winter auf faulenden Stengeln ausgegebenen Pilze sind von dem obigen kaum spezifisch verschieden, aber besser ausgereift.

Jaap's Pilz hat kugelige, rötlich gelbbraune, 360 bis 420 μ breite, 450 μ hohe Perithecien, die oben eine meist kleine, doch auch zylindrische, bis 70 μ hohe und 100 μ breite, stumpfe Mündungspapille haben. Mündungsborsten sehr spärlich (etwa 0 bis 4), bis 40 ≍ 7 μ groß, hyalin. Sporen schwarzviolett, mit 2 bis 3 μ dicker Membran, oft aber nicht stets einseitig abgeflacht, 24 bis 31 ≍ 17 ≍ 12 bis 13 μ.

Kriegers Pilz ist ganz ähnlich, hat aber etwas zahlreichere, 40 bis 65 ≍ 6 bis 9 μ große, stumpfliche, dünnwandige oder bis zur Spitze dickwandige Borsten. Die Sporen und Perithecien sind gleich, nur ist die Mündungspapille unscheinbar.

Da weder Fuckel (Symbol. mycol., 1875, III. Nachtr., p. 23) noch Winter (Pilze, II. Abt., 1887, p. 94) bei *Melano-*

spora theleboloides (Fuckel) von einer deutlichen Mündungspapille sprechen, und beide keine Mündungsborsten angeben, so halte ich die zwei zitierten Exsikkate für von Fuckel's Pilz verschieden.

Da zwei von mir geprüfte Originalexemplare von Fuckel's Pilz in Fung. rhen., Nr. 2656 sich als unbrauchbar erwiesen, bin ich nicht in der Lage anzugeben, ob Fuckel's und Winter's Angaben richtig sind.

Jedenfalls steht aber *Melanospora similis* Fuckel's Pilz nahe (siehe diese Fragmente, XVI. Mitt., Nr. 841).

1026. Über Amphisphaeria sapinea Karsten.

Der in Mycologia fennica, 1873, II., p. 56 beschriebene, von Schroeter (Pilze Schlesiens, 1894, p. 320) genauer charakterisierte Pilz ist von Rehm mit Recht mit *Amphisphaeria dolioloides* Rehm identifiziert worden (Ann. myc., 1906, IV. Bd., p. 261). Am selben Orte (l. c., p. 263) führt Rehm die *A. helvetica* Wegelin (Mitt. d. Thurgau. naturf. Ges., 1894, 11. H., p. 4, woselbst auch *A. dolioloides* beschrieben ist) noch als eigene Art an.

Vergleicht man die Beschreibungen und Abbildungen dieser zwei Formen miteinander, so erkennt man, daß offenbar beide dieselbe Art darstellen. Beide wachsen auf nacktem Nadelholz und haben etwas ungleichhälftige Sporen von genau derselben Größe. Der angebliche Unterschied in der Form und Größe der Schläuche beruht nur darauf, daß diese bei der einen Art in bereits gestrecktem Zustand, bei der anderen in noch nicht gestrecktem Zustand zur Beobachtung kamen.

Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, daß Rehm (l. c., p. 260) die *Otthia ambiens* Niessl zu *Amphisphaeria* zieht. Schon Winter (Pilze Deutschlands etc. II., 1887, p. 318) bezweifelte die Zugehörigkeit dieser Art zu *Otthia*. Da *Otthia ambiens* ursprünglich unter dem Periderm ganz eingewachsene Perithecien hat, die schließlich meist (aber nicht stets) mit dem Scheitel und niemals ganz hervorbrechen, da ferner die Sporen stets eine Schleimhülle haben, halte ich dieselbe für eine *Massariella*, um so mehr, als *Massaria loricata* Tul. ganz ähnliche (aber dreizellige) Sporen hat.

Zu *Amphisphaeria* möchte ich, um Zweifel zu vermeiden, nur die Formen mit oberflächlichen, höchstens mit der Basis etwas eingesenkten Perithecien stellen.

1027. Über Sphaeria mutabilis Persoon.

In den Fragmenten Nr. 802 und 844 (1913, XV. Mitt. und 1914, XVI. Mitt.) habe ich einen Pilz behandelt, von dem ich überzeugt war, daß er längst bekannt ist, ohne indeß zu einem sicheren Resultat zu gelangen, so wie Rehm, Strasser und Bresadola, die ihn ganz verkannten. Seither erhielt ich aus derselben Gegend in Niederösterreich einen Pilz, den ich schon seit 1906 aus dem Wienerwald hatte und daher gleich als die *Sphaeria mutabilis* P. erkannte. Gleichzeitig bemerkte ich, daß es auch der 1913 und 1914 studierte Pilz war, aber in einem frischeren, leicht kenntlichen Zustande. Die *Sphaeria mutabilis* sieht je nach ihrem Alter sehr verschieden aus. Anfänglich sind die oberflächlichen, einzeln zerstreut, rasig gehäuft oder zu wenigen bis vielen stromatisch völlig verwachsenen Perithecien mit einem graugrünlichen, samtig-filzigen Überzug versehen; nur die Mündungspapille ragt als schwarzer, spitzer Kegel, von dem grünlichen Überzug auffallend abstechend, vor. Dann wird aber der Überzug gelblich, bräunlich, endlich schwarzbraun und schließlich verschwindet er mit dem Mündungskegel fast völlig, so daß im Alter die Perithecien ganz anders aussehen. Der 1913 und 1914 von mir studierte Pilz ist nun nichts anderes als die stromatische Altersform der *Sphaeria mutabilis* P., die ihren Artnamen wohl verdient.

Der Pilz wurde von Fuckel (Symb. mycol., I. Nachtr., 1871, p. 14 [302]) in die Gattung *Lasiosphaeria* versetzt, mit der er aber nichts zu tun hat. Es ist eine typische *Enchnosphaeria* Fuckel (Symb. myc., 1869, p. 147) und steht sogar der Typusart *E. pinetorum* Fuckel sehr nahe; er unterscheidet sich von ihr im Alter, wo der hellgefärbte Überzug fehlt, fast nur durch die wenig größeren Sporen, die rauhen Haare und die größeren Perithecien. Beide Arten haben sehr lang, oft bleibend, hyaline, zweizellige Sporen. Erst in ganz alten Perithecien von *E. mutabilis* findet man und bei weitem

nicht stets braune, vierzellige Sporen. So wird sich gewiß auch *E. pinetorum* verhalten, von der ganz ausgereifte Exemplare mir nicht bekannt sind.

Winter (Pilze Deutschlands etc., II. Abt., 1885, p. 209) stellte die *Sphaeria mutabilis* P. zu *Herpotrichia*, weil er die Gattung *Enchnosphaeria* mit *Herpotrichia* vereinigt, da er zwischen den Sporen beider keinen Unterschied fand. Das ist nun allerdings richtig, allein zwischen diesen beiden Gattungen besteht noch ein genügender Unterschied im Ostiolum. Dieses ist bei *Herpotrichia* ganz flach, bei *Enchnosphaeria* spitzkegelig. Daher können beide nebeneinander bestehen.

Berlese (Icon. Fung., 1894, I. Bd., p. 105) hält diese beiden Gattungen zwar auseinander, unterscheidet sie aber nur dadurch von einander, daß bei *Herpotrichia* die Umgebung des Ostiolums hell verfärbt ist, bei *Enchnosphaeria* hingegen nicht. Das ist aber falsch, denn gerade die Typusart *Herpotrichia rhenana* Fuck. hat kein verfärbtes Ostiolum. Nach Berlese's Bildern könnte man glauben, daß diese Gattungen dünnhäutige Perithecien haben, so wie *Lasiosphaeria*. Das ist aber nicht der Fall, sie sind bei beiden Gattungen derb, fest und kohlig. Zwischen *Herpotrichia* und *Enchnosphaeria* ist daher nur der erwähnte Unterschied in der Form des Ostiolums vorhanden.

Dementsprechend muß *Sphaeria mutabilis* P. als *Enchnosphaeria mutabilis* (P.) v. H. eingereiht werden.

Enchnosphaeria mutabilis (P.) v. H.

Syn.: *Sphaeria mutabilis* Persoon, 1801.
Lasiosphaeria mutabilis (P.) Fuckel, 1871.
Herpotrichia mutabilis (P.) Winter, 1885.
Stuartella formosa Bresadola (non Fabre), 1911.
Zignoëlla Ybbsitzensis Strasser, 1911.
Thyridaria aurata Rehm, 1912.
Melogramma Ybbsitzensis (Strass.) v. H., 1914.

Die von mir gesehenen Exemplare wuchsen alle auf morschem Holz von *Fagus silvatica* und *Carpinus Betulus*. Die Perithecien sind bis 800 μ hoch und 500 μ breit, wenn sie stromatisch verbunden sind. Die einzeln stehenden sind kugelig, etwa 600 bis 700 breit. Die Perithecienmembran

besteht aus bis über 20 Lagen von dünnwandigen, offenen, großen, schwarzen, anscheinend leeren Zellen und wird 80 bis 100, selbst 140 μ dick. Die durch Verwachsung der Perithecien entstehenden stromatischen Gebilde sehen täuschend *Dothidea*-Stromaten ähnlich und zeigen senkrecht stehende Zellreihen. Das Lumen der Perithecien ist unten rundlich bis eiförmig, oben jedoch spitz-kegelig. Dieser Kegel ist etwa 160 μ hoch und 120 μ breit und mit einem farblosen Parenchym ausgefüllt, das aus horizontal gereihten, 4 bis 8 μ großen Zellen besteht. Dieser Gewebskegel wird schließlich durchbrochen.

Die Schläuche sind gestielt, keulig, bis 160 ≍ 20 μ groß. Die Sporen stehen schief ein- bis zweireihig. Sie werden 32 bis 44 ≍ 8 bis 10 μ groß, sind gerade oder etwas gekrümmt, zartwandig, in der Mitte meist etwas eingeschnürt, spindelförmig mit stark verschmälerten Enden, meist mit vier großen und zwei kleinen Öltröpfchen. Sie bleiben sehr lange hyalin und zweizellig; nur in ganz alten Perithecien findet man sie vierzellig und braun. Die streng parallelfädigen Paraphysen sind sehr zahlreich, verklebt und fast doppelt so lang als die Asci. Außen sind die Perithecien mit anfangs blassen, später braunen, rauhen, steifen, mäßig dickwandigen, septierten, an der Spitze abgerundeten, zylindrischen, 20 bis 110 ≍ 4 bis 6 μ großen Haaren besetzt, die nach verschiedenen Richtungen abstehend, eine Art lockeren Filzes bilden. Im Alter werden sie sehr spärlich, doch sind sie auch an ganz alten Perithecien noch zu finden. Der vorstehende, schwarze Mündungskegel ist kahl.

Es ist sehr wohl möglich, daß die echte *Stuartella formosa* Fabre, von der kein Original existiert und die nur in ganz alten Stücken bekannt ist zu *Enchnosphaeria* gehört.

1028. Über Trichocollonema Acrotheca v. H.

Diese in meiner ersten Mitteilung, 1902, Fragm. Nr. 23, aufgestellte Gattung und Art sind völlig zu streichen, denn der Pilz erwies sich bei der wiederholten Untersuchung als eine *Zignoëlla* oder *Acanthostigma*, die am besten der *Zignoëlla macrospora* Sacc. (Michelia, 1878, I., p. 346 und 449,

Fung. ital., Taf. 300 sub *Melanomma*) entspricht, da die Sporen bis über $52 \asymp 3\,\mu$ groß werden. Ich habe den hierhergehörigen Formenkreis in Fragment Nr. 230 (1909, VI. Mitt.) besprochen und auch die dazugehörige *Acrotheca Zignoëllae* v. H. beschrieben. Da der Pilz auf Tannenrinde wächst und die Asci bereits aufgelöst sind, dürften sich die Sporen nachträglich vergrößert haben und der Pilz zu *Zignoëlla Abietis* v. H. gehören, um so sicherer als ich nun die Sporen nur vierzellig fand.

1029. Über Aposphaeriella gregaria Diedicke.

Der in Annal. myc., 1912, X. Bd., p. 140 erwähnte und in Krypt. Fl. Brandenbg., 1912, IX. Bd., VII., p. 414 beschriebene Pilz, der Typus einer neuen Sphaeropsideengattung, ist nach dem Jaap'schen Originalexemplar völlig überreif und zeigt weder Asci noch Conidienträger mehr. Die für einen Conidienpilz verhältnismäßig spärlichen Sporen sind ein- bis zweizellig, öfter mit vier undeutlichen Öltröpfchen versehen und 6 bis $8 \asymp 2$ bis $2 \cdot 5\,\mu$ groß. Es sind Ascussporen ohne merkliche Ansatzstelle.

Der Pilz ist, wie mir der Vergleich mit meinen Präparaten zeigte, ganz genau *Zignoëlla* (*Zignoina*) *pygmaea* (Karst.) Sacc. und kommt auf den verschiedensten morschen Hölzern von Laubbäumen vor.

Die Gattung *Aposphaeriella* ist daher zu streichen.

1030. Über den Schlauchpilz von Pestalozzia truncata Léveillé.

Seit langem schon fiel mir auf, daß bisher von keiner Art der reichen Formgattung *Pestalozzia* und ihren Verwandten[1] der zugehörige Schlauchpilz bekannt ist.

Nun machte ich die Beobachtung, daß wohl zweifellos der Schlauchpilz von *Pestalozzia truncata* Lév. (1846) = *Didymosporium truncatulum* Corda (1854) die *Ceratostoma Vitis* Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 129) ist.

[1] Die Gattungen 401 bis 410 in meinem System der Fungi imperfecti in R. Falck, Mykol. Untersuch. und Berichte, III. Heft, 1917, p. 301 bis 369.

Dieser Pilz kommt nicht nur auf *Vitis* vor, sondern ist mir auch von *Corylus, Epilobium* und *Humulus* bekannt. Er kommt daher wohl auf allen möglichen Nährpflanzen vor, ganz ebenso wie *Pestalozzia truncata*, welche bisher auf *Salix* (Fuckel), *Fagus* (Corda), *Populus* (Léveillé), *Quercus*, *Prunus, Eucalyptus, Abies, Hypericum* angegeben ist und von mir auch auf *Arbutus, Corylus, Epilobium, Vitis* und *Humulus* gefunden wurde.

Da nun beide Pilze durchaus nicht häufig sind, so kann es nicht auf Zufall beruhen, daß bei meinen sämtlichen (vier) Exemplaren von *Ceratostoma Vitis*, dicht neben den Perithecien die *Pestalozzia truncata* auftritt, von deren Conidien erstere stets bestäubt sind.

So bei dem Exemplar auf *Corylus* vom Sonntagsberg in Niederösterreich (1910), bei dem auf *Epilobium angustifolium* vom Sonntagsberg (1916), auf *Humulus Lupulus* in Krieger, Fung. sax., Nr. 580 von Königstein in Sachsen, und auf *Vitis* in Fautray, Herb. Crypt. Côte d'or, Nr. 2148 aus Frankreich. Es muß daher angenommen werden, daß diese beiden Pilze zusammengehören.

Bei *Ceratostoma caulincolum* Fuckel erhielt Brefeld bei der Kultur keine Conidien (Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, 1891, X. Heft, p. 206).

Mit *Pestalozzia truncata* Lév. ist *P. Epilobii* Roll. et Fautr. (Revue mycol., 1894, XVI. Bd., p. 10) nach der Beschreibung jedenfalls identisch. Mein Originalexemplar in Roumeg., F. sel. exs., Nr. 6458 zeigt leider den Pilz nicht. Klebahn (Mycol. Zentralbl., 1914, IV. Bd., p. 9) ist im Zweifel, ob *Pestalozzia Guepini* Desmaz. mit *P. iniquans* Karsten (Hedwigia, 1891, 30. Bd., p. 301) identisch ist, da die Angaben von Desmazières und Karsten über die Cilien der Conidien voneinander abweichen. Die Untersuchung des Originalexemplares der ersteren Art in Desmazières, Pl. crypt. France, 1840, XXII. Bd., Nr. 1084 zeigte mir nun, daß bei derselben die Cilien durchaus nicht stets einfach sind, sondern sehr oft ästig, so wie bei *P. iniquans* K., somit beide Arten identisch sind.

Namenverzeichnis.

Fckl. 27. **Leptostroma** scirpinum Fr. 6, virgultorum Sacc. 6. **Leptothyrina** perexigua v. H. 4. **Leptothyrium** Lunariae Kze. 4. **Lophodermella** v. H. 6. **Lophodermium** abietis Rostr. 8, Piceae (Fckl.) v. H. 8, pinastri (Schrad.) 8. **Marchaliella** zopfielloides B. et R. 23. **Massaria** loricata Tul. 26. **Melachroia** Nymani Starb. 12, terrestris (Nssl.) 12, umbrosa Schrad. 12, xanthomela Pers. 12, f. athallina Rehm 12, **Melanospora** similis v. H. 25, theleboloides (Fckl.) Wint. 25. **Melogramma** Ybbsitzensis (Strass.) v. H. 27. **Micropeltis** conferta Cke. 7. **Microthyrium** epimyces S. B. et R. 24, Lunariae (Kze.) 4. **Mollisia** Guernisacii Cr. 12, sphaeroides Desm. 18. **Myxofusicoccum** Betulae Jaap. 9, deplanatum Died.(non Lib.) 9, melanotrichum (Cast.) v. H. 9. **Myxophacidiella** Betulae (Rehm) v. H. 9, Callunae (Karst.) v. H. 9, microsperma (Fckl.) v. H. 9, Rehmii (Feltg.) v. H. 9, **Myxophacidium** degenerans (K.) v. H. 9, Rhododendri (Rehm) v. H. 9. **Myxosporium** sanguineum Fckl. 16. **Naemacyclus** alpinus Fckl. 10. **Naevia** exigua Mout. et Sacc. 11, Lauri Cald. 10, minutula (Sacc. et Malbr.) Rehm 11, var. exigua (S. et M.) Rehm 11, valvata (Mont.) Fr. 10. **Nitschkea** Flageoletiana Sacc. 24. **Ocellaria** aurea Tul. 16, rubra (Fckl.) Sacc. 16. **Oligostroma** Th. et S. 5. **Ombrophila** Fr. 12. **Omphalospora** Th. et S. 5. **Orbilia** lasia (B. et Br.) Sacc. 16. **Otthia** ambiens Nssl. 26. **Pachydisca** Boud. 12. **Peniophorina** pedicillata (Preuss) v. H. 1, **Pestalozzia** Epilobii Roll. et Fautr. 30, Guepini Desm. 30, iniquans Karst. 30, truncata Lév. 30. **Peziza** carpoboloides Cr. 16, echinophila Bull. 21, lasia B. et Br. 16, pulveracea Alb. et Schw. 20, sphaeroides P. Myc. var. Lychnidis Desm. 18, Tripolii B. et Br. 11, xanthomela Pers. 12. **Phacidiella** Pot. em. v. Höhnel 9, discolor (Mout. et Sacc.) Pot. 9. **Phacidiopycnis** Malorum Pot. 9. **Phacidium** discolor Mout. et Sacc. 9, Epilobii (Karst.) v. H. 11, exiguum (M. et S.) v. H. 11, lacerum Fr. 11, Ledi (A. et Schw.) Schmidt 9, minutulum (S. et M.) v. H. 11, Piceae Fckl. 8, rugosum Fr. 9, ulceratum (Ph. et Pl.) v. H. 11, verecundum B. R. et S. 9. **Pirottaea** Veneta Sacc. et Speg. 18. **Pleurophomella** v. H. 13. **Podophacidium** terrestre Nssl. 12, xanthomelan (P.) Schröt. 12. **Propolis** faginea (Schrad.) Karst. 11, minutula Sacc. et Malbr. 11, tetraspora Sacc. 11. **Pseudopeziza** sphaeroides P. var. Lychnidis Phill. 18, Trifolii (Bernh.) Fckl. 11. **Pseudophacidium** Karst. 9, atroviolaceum v. H. 9, Betulae Rehm 9, Callunae Karst. 9, degenerans Karst. 9, Ledi (Alb. et Schw.) Karst. 9, 11, microspermum (Fckl.) Rehm 9, Rehmii (Feltg.) v. H. 9, Rhododendri Rehm 9, rugosum (Fr.) 9. **Pyrenopeziza** Agrostemmatis Fckl. 17, Chailletii (P.) Fckl. 11, Homogynes 19, Lychnidis (Sacc.) 18, sphaeroides (Desm.) 18. **Quaternaria** Nitschkii Fckl. 16. **Rhabdothyrella** microscopica v. H. 5. **Rhytisma** minutulum Grog. 11. **Rutstroemia** echinophila (Bull.) v. H. 21. **Sarcoscypha** melastoma (Sow.) 12. **Sarcotrochila** alpina (Fckl.) v. H. 10. **Schizothyrium** Ptarmicae Desm. 9, 11. **Schmitzonia** chrysophaea Rbh. 16. **Scleroderris** abietina E. et Ev. 14, fuliginosa (P.) 14, pinastri v. H. 14, ribesia (P.) 14, seriata (Fr.) 14. **Sclerophoma** pithyophila (Cda.) v. H. 14. **Sphaeria** mutabilis Pers. 27. **Sphaerocista** Betulae Preuss. 14, fuliginosa (P.) v. H.

14. **Sphaeronaema** clethrincolum Ell. 13, Spinella Kalchbr. 13. **Sphaerothyrium** Wallr. 10. **Sporonema** Desm. 17. **Stegia** alpina (Fckl.) Rehm 10, discolor Fr. 10, fenestrata (Rob.) Rehm 10, Ilicis 10, Lauri (Cald.) Sacc. 10, subvelata Rehm 10. **Stegilla** Reichb. 10. **Stegopeziza** Lauri (Cald.) v. H. 10. **Stictis** coccinea (Fr.) Rehm 16, fenestrata Rob. 10, ocellata (P.) Fr. 16, valvata Mont. 10. **Stropharia** caput-Medusae Fr. 3. **Stuartella** formosa Bres. (non Fabre) 27. **Tapesia** umbrosa Quel. 12. **Tarzetta** Rapulum (Bull.) 12, **Testudina** terrestris Bizz. 23. **Thyridaria** aurata Rehm. 27. **Topospora** proboscidea Fr. 14, uberiformis Fr. 14. **Trichocollonema** Acrotheca v. H. 28. **Trichopeziza** coerulescens (R.) Sacc. 20. **Trichothyrium** minutum 24. **Trochila** Craterium (DC.) Fr. 11, Epilobii Karst. 11, substiptica Rehm 11. **Tryblidiopsis** pinastri Pers. 12, 14. **Tuberculariella** Betuli (A. et S.) v. H. 16, sanguinea (Fckl.) v. H. 16. **Tympanis** pinastri Tul. 14, saligna Tde. 13. **Unguicularia** raripila v. H. 15 **Urnula** Craterium Fr. 12. **Vizella** Sacc. 7, conferta (Cke.) Sacc. 7. **Volutella** ciliata (A. et S.) Fr. f. minor Sacc. 1, pedicillata (Preuss.) Sacc. 1. **Xyloma** Ledi Alb. et Schw. 9. **Zignoëlla** Abietis v. H. 28, macrospora Sacc. 28, (Zignoina) pygmaea (Karst.) Sacc. 29, Ybbsitzensis Strass. 27.

Fragmente zur Mykologie

(XX. Mitt. Nr. 1031 bis 1057)

Von

Prof. Dr. Franz v. Höhnel
k. M. K. Akad.

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1917)

1031. **Discosphaerina** n. G. v. H.

Perithecien klein, kohlig, in der Epidermis eingewachsen, oben genabelt flachscheibig mit einem Ringwall; vorgebildetes Ostiolum fehlend, oben innerhalb des Ringwalles unregelmäßig aufreißend. Perithecienmembran unten und seitlich aus einer einzigen Lage von kohligen Parenchymzellen bestehend. Paraphysen fehlend. Asci keulig, achtsporig. Sporen länglich bis spindelförmig einzellig, hyalin. Vom Ringwall ausgehend unter der Epidermiswand eingewachsene gefärbte Hyphen. Blattschmarotzer. *Discosphaerina* unterscheidet sich von *Guignardia* durch den eigentümlichen Bau der Perithecien.

Discosphaerina discophora v. H.

Perithecien kohlig, rundlich, 100 bis 120 μ breit, oben flach und genabelt, unten konvex, etwa 80 μ dick. Auf beiden Blattseiten weit ausgebreitete, sehr dichte, fast krustenartige Herden bildend. Oberteil der Perithecien in Form einer genabelten schwarzen Scheibe vorragend. Perithecienmembran unten und seitlich nur aus einer einfachen Lage von offenen, kohligen, mäßig dickwandigen, polygonalen, 6 bis 12 μ breiten, 7 bis 9 μ hohen Zellen bestehend. Oben im 25 μ dicken Ringwall Zellen in mehreren Lagen stehend und nur 2 bis 4 μ groß.

Der 50 μ breite kreisförmige, vom Ringwall umschlossene Teil der Perithecienmembran ist wenigstens in der Mitte einzellschichtig und kleinzellig. Dieselbe reißt bei der Reife rundlich oder unregelmäßig bis 40 μ weit auf. Paraphysen fehlen völlig. Asci wenige (etwa 25), keulig, dünnwandig, oben abgerundet, nach unten allmählich verschmälert kurz gestielt, achtsporig, 36 bis 52 ≈ 7 bis 9 μ. Sporen zweireihig, hyalin, einzellig, zarthäutig länglich-spindelig oder fast keulig, stumpflichendig, gerade oder schwach gebogen, 9—14 ≈ 2·5 bis 3 μ, seltener wenig größer.

Vom Ringwall gehen meist violettschwärzliche, 3 bis 7 μ dicke, kurzgliedrige, verzweigte, etwas knorrige, mit kurzen Seitenzweigen und Lappen versehene, derbwandige Hyphen aus, die der Unterseite der Epidermisaußenwand anliegen.

Auf beiden Seiten dürrer Blätter von (angeblich) *Solidago virgaurea*, dieselben dicht oft ganz überziehend, am Sonntagsberge in Niederösterreich, Mai 1916, leg. P. P. Strasser.

Eine eigentümliche Form, die durch den Ringwall, den Mangel eines vorgebildeten Ostiolums, die dünne, unregelmäßig zerreißende Schließmembran von *Guignardia* völlig abweicht.

Auch *Guignardia angulata* (Fuckel) in Symbol. mycol. II. Nachtr., 1873, p. 20, hat nach dem Originalexemplar in Fungi rhen. Nr. 2520 große Flächen krustenartig überziehende Perithecien, die in der Epidermis entstehen. Allein die Perithecien sind normal gebaut und ringsum gleichartig aus mehreren Zellschichten aufgebaut. Auch ist ein Ostiolum vorhanden.

Ich versuchte vergeblich, den Pilz auf eine beschriebene Form zurückzuführen. Zu vergleichen wären die stengelbewohnenden Arten: *Guignardia depressa* (Peck) auf *Mulgedium* und *G. Absinthi* (Pass.) auf *Artemisia* (S. F., IX, p. 578).

1032. Über Mycosphaerella tardiva Sydow.

Ich zweifle nicht daran, daß ein von P. P. Strasser am Sonntagsberge in Niederösterreich auf dürren Blättern von *Scrophularia nodosa* im Mai 1916 gesammelter Pilz die obige Art ist.

Die Originalbeschreibung ist nicht ganz korrekt und daher irreführend (Ann. myc. 1916, XIV. Bd., p. 245), da sie,

wie ich aus dem Originalexemplar in Mycoth. marchica Nr. 1337 ersehe, nach schlecht entwickeltem Material erfolgte. Ich gebe daher eine Neubeschreibung nach dem gut ausgereiften Exemplar vom Sonntagsberge.

Perithecien zerstreut und herdenweise auf beiden Blattseiten unter der Epidermis eingewachsen, gleichmäßig dunkelbraun, derbhäutig, kugelig, 90 bis 100 μ groß, aus etwa 2 Lagen von 8 bis 15 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut. Ostiolum flach, eckig, 10 μ breit, nicht dunkler umrandet. Braune Hyphen um die Perithecien fast fehlend. Paraphysen fehlend. Asci zahlreich, sitzend, zylindrisch 34 bis 40 ≍ 6 bis 7 μ; Sporen zweireihig, hyalin, gleich-zweizellig, in der Mitte nicht eingeschnürt, länglich schwach keilig, an den Enden abgerundet, 8 bis 9 ≍ 2·5 μ groß. Die obere Zelle ist nur wenig breiter.

Ist von der *Mycosphaerella grisea* Boy. et Jacz. (Syll. f., XI, p. 297) auf Stengeln von *Scrophularia canina* völlig verschieden. Ähnliche Asci und Sporen haben *M. Oerteliana* (Sacc.) (Ann. myc. 1904, II. Bd., p. 528) auf *Coronilla*-Stengeln und *M. Chimaphilae* (Ell. et Ev.) auf *Chimaphila*-Blättern. Die Art gehört zu den kleinsporigen Formen.

1033. Über Sphaeria tosta Berk. et Broome.

Der Pilz ist beschrieben in Ann. Magaz. nat. Hist., II. Ser., IX. Bd., 1852, p. 381, Taf. XI, Fig. 34. Die Beschreibung ist sehr unvollkommen und fehlen Maßangaben völlig.

Das Studium der Literatur und Exsikkaten zeigte mir, daß folgende Pilze damit identisch sind.

1. *Sphaerella Fuckelii* Passerini in Erb. crittog. ital. Nr. 645. Die hier als synonym angeführte *Sphaeria Epilobii* Fuckel (Symb. myc. 1869, p. 113) ist davon völlig verschieden und gleich *Didymella fenestrans* Duby. Saccardo nannte den Pilz in Michelia 1878, I. p. 440, *Didymosphaeria (Didymella) Fuckeliana* (Pass.) und später (Syll. f. 1882, I. Bd., p. 556) *Didymella Fuckeliana* (Pass.) Sacc. Cookes Exemplare der *Sphaeria tosta* Berk. et Br. sind nach Saccardo identisch mit *Diaporthe Epilobii* (Fuckel) (Symb. myc. 1869, p. 206). Letzterer Pilz ist jedoch nach dem Originalexemplar in F. rhen. Nr. 2338 identisch mit dem Original von *Sphaerella*

Fuckelii Pass. Da nun anzunehmen ist, daß Cooke seine Exemplare der *Sphaeria tosta* mit den Originalexemplaren derselben verglichen hat, so ergibt sich, daß die drei von Berkeley und Broome, Passerini und Fuckel beschriebenen Pilze miteinander identisch sein müssen.

2. *Sphaeria tritorulosa* Plowright (Sphaeriac. Brit. Cent. II nec Berk. et Br.) ist nach Michelia I, p. 440, mit *Sphaerella Fuckelii* Pass. identisch. Plowright hat jedenfalls das Originalexemplar von *Sphaeria tritorulosa* Berk. et Br. (Ann. Mag. nat. Hist. 1854, II. Ser., XIII. Bd., p. 466, Taf. XVI, Fig. 15) untersucht, aber nicht den beschriebenen, sondern einen anderen Pilz darauf gefunden, den er für die *Sphaeria tritorulosa* hielt. Die echte *Sphaeria tritorulosa* B. et Br. wäre, wenn die Angaben richtig sind, durch seine mit drei großen Öltropfen versehenen Sporen, die zwischen den Tropfen zweimal stark eingeschnürt und daher tritorulös sein sollen, ein sehr ausgezeichneter Pilz, der am Originalexemplar jedenfalls nur sehr spärlich vorhanden sein wird, denn nicht nur Plowright, sondern auch Berlese (Icon. Fung. 1894, I. Bd., p. 146) hat ihn auf demselben nicht gefunden, sondern nur eine *Didymella* mit 13 bis 14 ≚ 4 bis 5 μ großen Sporen. Diese *Didymella* ist offenbar die *Sphaeria tosta* Berk. u. Br., welche so wie die *Sphaeria tritorulosa* in England auf *Epilobium hirsutum*, also auf derselben Nährpflanze gefunden wurde.

Die *Sphaeria tritorulosa* Plowr. (non Berk. et Br.) ist von Niessl (Hedwigia 1875, XIV. Bd., p. 131) für eine *Diaporthe* erklärt worden. Daher ist der Pilz auch als *Diaporthe tosta* (Berk. et Br.) Niessl ausgegeben worden, so in Krieger, F. sax. Nr. 83; Rabenh.-Wint., F. europ. Nr. 2868; Rehm, Ascom. exs. Nr. 583 (Hedwigia 1881, XX. Bd., p. 49); Sydow, Myc. march. Nr. 456 [die Nr. 860 ist falsch und enthält nur *Didymella fenestrans* (Duby)].

Als *Didymella tosta* (B. et Br.) Sacc. ist derselbe Pilz ausgegeben in Roumeg., F. gall. exs. Nr. 3761, 3958 und 5034. Als *Didymosphaeria Fuckeliana* (Pass.) Winter liegt der Pilz in Allescher und Schnabl, F. bavar. Nr. 243, und als *Didymella Fuckeliana* (Pass.) Sacc. in Roumeg., F. sel. exs. Nr. 4936.

Noch bemerke ich, daß *Sphaeria tritorulosa* Berk. und Br. wahrscheinlich die *Gnomonia riparia* Niessl ist, die oft ohne Schnabel vorkommt und deren Sporen oft nur drei Öltropfen zeigen. Dazu kommt noch der Umstand, daß ich sie mit der *Didymella tosta* (B. et Br.) zusammen auf Stengeln von *Epilobium hirsutum* fand. Berkeley und Broome haben offenbar die sehr zarte Sporenhaut mit den Anhängseln übersehen und daher die Sporen zwischen den Öltröpfchen für eingeschnürt gehalten.

Die *Sphaeria tosta* kann nur als *Didymella* aufgefaßt werden. Die Perithecien sind etwa 200 bis 350 μ groß, flach, bis 200 μ dick. Die Wandung ist oben bis 40 μ dick und mit der Epidermis, unter welcher sich der Pilz entwickelt, zu einer Art Clypeus verwachsen. Unten ist die Wandung nur 20 μ dick. Sie besteht aus vielen Lagen von rotbraunen, manchmal etwas violetten, dünnwandigen, etwas abgeflachten, 5 bis 10 μ großen Zellen. Das Ostiolum ist rund, 25 μ breit, flach. Von den Perithecien gehen rotbraune, manchmal mehr violette, netzig verbundene, 3 bis 5 μ breite, eingewachsene Hyphen aus, die die Umgebung derselben in charakteristischer Weise rotbraun verfärben. Paraphysen sind reichlich vorhanden; sie sind viel länger als die Asci und füllen schleimig verbunden den Perithecienraum über der Schlauchschichte aus. Zwischen den herausgequetschten Schläuchen sind sie aber nur spärlich zu finden.

Die Synonymie des Pilzes ist folgende:

Didymella tosta (Berk. et Br.) Sacc.

Syn.: *Sphaeria tosta* Berk. et Broome 1852.
Diaporthe Epilobii Fuckel 1869.
Sphaerella Fuckelii Passerini 1871.
Sphaeria tritorulosa Plowright 1875.
Didymosphaeria (*Didymella*) *Fuckeliana* Sacc. 1878.
Didymella Fuckeliana Sacc. 1882.
Diaporthe tosta (Berk. et Br.) Niessl 1881.

1034. Didymella drymeia v. H. mit Phyllosticta drymeia v. H.

Perithecien unter der Oberhaut eingewachsen, meist gruppenweise stehend, oft aneinanderstoßend, kugelig, mit

flacher, 20 bis 30 μ breiter, rundlicher Mündung, zarthäutig, 140 bis 240 μ groß; Perithecienmembran graubraun, aus wenigen Lagen von 8 bis 12 μ breiten, dünnhäutigen Parenchymzellen bestehend, Schläuche achtsporig, keulig, kaum gestielt, 56 bis 60 ≍ 8 bis 10 μ groß. Paraphysen fädig, verschleimend. Sporen zweireihig, hyalin, gleichzweizellig, länglich-elliptisch, gerade, 14 bis 16 ≍ 4 μ groß, ohne Öltröpfchen. Pykniden (*Phyllosticta drymeia* v. H.) vollkommen gleich aussehend und gebaut. Conidienträger anscheinend fehlend. Conidien hyalin, einzellig, meist regelmäßig elliptisch-länglich, seltener fast zylindrisch, zartwandig, ohne Öltröpfchen, 8 bis 12 ≍ 2·6 bis 3·6 μ groß.

An den trockenen Deckspelzen der männlichen Ähren von *Carex drymeia* am Großen Wienerberg bei Tullnerbach im Wienerwald, Juni 1916, leg. v. Höhnel.

Eine charakteristische Art, die sicher neu ist. Die Pykniden kommen für sich oder mit den Perithecien zusammen vor und gehören vielleicht zu den Sclerophomeen.

1035. Massariopsis macrosporella v. H. n. sp.

Perithecien meist gruppenweise unter dem Periderm eingewachsen, bis 600 μ breit und 300 μ hoch, mit flacher Basis, oben flachkonisch, mit breiter, kaum hervorbrechender Mündungspapille. Perithecienmembran schwarz, 15 bis 20 μ dick, aus vielen Lagen von flachen Zellen bestehend, innen mit einer starken Schicht von flachen hyalinen Zellen ausgekleidet. Paraphysen sehr zahlreich, mit vielen Öltröpfchen, die Schläuche weit überragend. Schläuche zahlreich, zylindrisch, oben abgerundet und dickwandig, 240 ≍ 14 μ groß. Jod färbt in der verdickten Schlauchspitze eine dünne Scheibe blau. Sporen zu 8, gerade oder schief einreihig, tintenblauschwarz, gleichzweizellig, sehr selten vierzellig, länglich-zylindrisch mit abgerundeten Enden, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 22 bis 32 ≍ 8 bis 10 μ groß.

An dürren Zweigen von *Acer campestre* in Tullnerbach, Wienerwald, Juni 1916, leg. v. Höhnel.

Ist der *Massariopsis acerina* Rehm (Ann. myc. 1906, IV. Bd., p. 270) = ? *Massariella microspora* (Otth) Jacz. (Syll. F., XI., 314) nahe verwandt, aber durch viel größere

Schläuche und Sporen gut verschieden. Die Untersuchung mehrerer Exemplare von *M. acerina* ergab, daß zwischen den beiden Arten bisher keine Übergänge bekannt sind. *Massariella acerina* Sacc. et Syd. (Syll. Fung. 1902, XVI. Bd., p. 502) ist wahrscheinlich gleich *Otthia Aceris* Winter (Hedwigia, 1871, X. Bd., p. 162).

1036. Über Didymosphaeria conoidea Niessl **und ihre Nebenfruchtform.**

In Ann. mycol., 1905, III. Bd., p. 551, habe ich gezeigt, daß die *Didymosphaeria conoidea* Niessl ein in den Perithecien von *Leptosphaeria Doliolum* (P.) schmarotzender Pilz ist, ferner, daß *Didymosphaeria Patellae* Rehm (Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. [175]) damit identisch ist. Ebenso nahm ich als sicher an, daß *Coniothyrium Heteropatellae* v. H. (Ann. mycol., 1903, I. Bd., p. 399) die Nebenfrucht der *Didymosphaeria* ist.

Diese Formen schmarotzen nicht bloß in den Perithecien der *Leptosphaeria Doliolum*, sondern auch in dem dazugehörigen Pyknidenpilz: *Leptophoma Doliolum* v. H. (Fragm. z. Myk. 1915, XVII. Mitt., Nr. 893), wo ich beide Formen in derselben Pyknide bei 1899 im Wienerwalde gesammelten Exemplaren nebeneinander fand, wodurch der sichere Beweis erbracht ist, daß beide Pilze metagenetisch zusammengehören.

Gleichzeitig wird durch diese Tatsache auch auf biologischem Wege der Beweis erbracht, daß *Leptophoma Doliolum* v. H. wirklich die Nebenfrucht von *Leptosphaeria Doliolum* ist, was ich l. c. auf anatomischem Wege erkannt hatte. Damit stimmt auch die Tatsache, daß ich das *Coniothyrium Heteropatellae* auch in den Perithecien von *Leptosphaeria Doliolum* an 1915 am Sonntagsberge in Niederösterreich gesammelten Exemplaren fand.

Rehm fand seine *Didymosphaeria Patellae* in Apothecien von *Heterosphaeria Patella*, während ich das *Coniothyrium* in der dazugehörigen Nebenfrucht, *Heteropatella lacera*, fand. Es tritt daher auch hier der Pilz in beiden Fruchtformen schmarotzend auf. Rehm hat in Ann. mycol., 1906, IV. Bd., p. 265, für *Didymosphaeria conoidea* N. die Untergattung

Cryptodidymosphaeria aufgestellt, die aber besser als eigene Gattung betrachtet wird.

Was die Pykniden von *Coniothyrium Heteropatellae* v. H. anlangt, so sind dieselben bald sehr klein, ei-, birn- bis flaschenförmig und dann sehr zartwandig und meist zu mehreren in demselben Wirtsgehäuse auftretend und dasselbe nicht ganz ausfüllend; bald groß, rundlich, ohne Hals und dann den Pykniden- oder Peritheciennucleus ganz oder fast vollständig verdrängend. Im letzteren Falle ist ihre Pyknidenmembran, die aus deutlichen, kleinen dünnwandigen, gelbbraunen Parenchymzellen besteht, manchmal bis 30 μ dick. In solchen Fällen lassen sich leicht dünne Schnitte erzielen, an welchen man erkennt, daß Conidienträger vollständig fehlen und daß der Pilz eine Sclerophomee ist. Er stellt eine eigene Gattung dar.

Cryptophaeella v. H. n. G. **(Sclerophomeae).**

Pykniden dünnhäutig, rundlich oder ei-, birn-, flaschenförmig, mit Ostiolum, oft mehr minder geschnäbelt, in Apothecien, Perithecien oder Pykniden eingeschlossen schmarotzend. Conidienträger fehlen. Conidien klein, länglich, gefärbt, einzellig, aus dem Nucleargewebe durch schleimige Histolyse entstehend. Nebenfrüchte von *Cryptodidymosphaeria.*
Typusart: *Cryptophaeella Heteropatellae* v. H.

Syn: *Coniothyrium Heteropatellae* v. H. 1903.

Cryptodidymosphaeria conoidea (N.) Rehm wird noch heute verkannt, denn sie wurde noch 1914 von Diedicke (Krypt. fl. Brand.. IX. Bd., Pilze VII, p. 642) als *Diplodiella Angelicae* D. beschrieben.

1037. Über Diplodiella Angelicae Diedicke.

Diese in Krypt. Fl. Brandenbg., 1914, IX. Bd., p. 642, beschriebene Art muß gestrichen werden, denn sie besteht nach dem Jaap'schen Originalexemplar aus überreifen Perithecien von *Leptosphaeria Doliolum* (P.), in welchen *Didymosphaeria conoidea* Niessl schmarotzt (s. Annal. mycol., 1905. III. Bd., p. 551). In beiden genannten Sphaeriaceen sind die Asci bereits verschwunden.

1038. Über Metasphaeria Lonicerae Fautrey.

Der Pilz ist beschrieben in Revue mycol., 1890, XII. Bd., p. 122, und das Originalexemplar in Fautrey, Herb. crypt. Côte d'Or Nr. 748, sowie in Roumeguère, F. sel. exs. Nr. 5359 und 6152, ausgegeben.

Da die Originalexemplare nicht gut entwickelt sind und die Beschreibung fast in jedem Satze Fehler enthält, gebe ich im Folgenden eine neue Beschreibung des charakteristischen Pilzes nach von mir im Wienerwalde auf *Lonicera tatarica* gefundenen, sehr gut entwickelten Exemplaren. Derselbe scheint für Österreich neu zu sein und wurde bisher nur auf *Lonicera Xylosteum* gefunden.

Die Perithecien sind braun, rundlich oder nur sehr wenig gestreckt, 200 μ breit und 120 μ hoch, oben ohne Mündungspapille, unten flach oder wenig konvex. Sie entstehen 3 Zellschichten tief unter der Epidermis und überziehen die Zweige weithin und ringsum gleichmäßig zerstreut. Das Ostiolum ist flach, rundlich oder länglich, etwa 40 μ breit. Die Perithecienmembran besteht aus braunen, dünnwandigen, etwas flachgedrückten, 4—6 μ breiten Parenchymzellen, ist oben bis 18 μ dick und aus 5 Zellagen zusammengesetzt, unten bald nur 3 bis 4 μ dick und blaß, bald bis 9 μ dick und braun. Der Nucleus ist rosa gefärbt und besteht aus bald spärlichen, bald ziemlich reichlichen, 1·5 bis 3 μ dicken, zum Teil deutlich septierten Paraphysen von Schlauchlänge und aus auf der Basis parallel sitzenden, durchaus stiellosen, zylindrisch-keuligen, mäßig dünnwandigen, oben abgerundeten, 52 bis 66 ≍ 10 bis 12 μ großen Schläuchen, mit acht hyalinen, vierzelligen zylindrischen, an den Enden spindelig verschmälerten, stumpflichen, geraden oder wenig verkrümmten, 20 bis 26 ≍ 3 bis 4·5 großen Sporen. Diese liegen im Schlauche sich schief deckend einreihig bis zweireihig, haben einen homogenen Plasmainhalt, sind zartwandig und an den Querwänden nicht eingeschnürt.

1039. Über Phoma roseola Desm. und Byssothecium circinnans Fuckel.

Ein von Jaap auf dürren Stengeln von *Medicago lupulina* in der Prignitz (Brandenburg) 1910 gesammelter Pilz

erwies sich als *Phoma roseola* Desmaz. Er stimmt gut mit dem Originalexemplar in Desmaz., Pl. crypt. France 1860, Nr. 761, überein, wo er auf dem Wurzelstocke der Luzerne wächst.

Der Pilz scheint nur von Desmazières ausgegeben worden, also selten zu sein. Auf oberirdischen Stengeln ist derselbe, wie es scheint, bisher noch nicht gefunden worden, indes läßt sich bei der großen Zahl der *Phoma*-Arten kaum feststellen, ob er nicht als neue Art wiederbeschrieben wurde. An Jaap's Exemplar bedeckt derselbe die dürren Stengel ohne fremde Beimengungen herdenweise in großer Menge. Er ist schon mit der Lupe an der schwarzvioletten Färbung der Pykniden zu erkennen. Diese sind höchst variabel, bald kugelig, oder länglich, bald etwas lappig, 100 bis 260 μ breit, unter der Epidermis eingewachsen, dieselbe mit einem kurzen Schnabel durchbohrend. Die Pykniden stehen einzeln oder in mehr minder dichten Gruppen, wo dann die Stengel grauviolett gefärbt erscheinen. Die Pykniden sind von schmutzigvioletten, 6 bis 12 μ breiten Hyphen umgeben, welche stellenweise zu sehr großzelligen Membranen verwachsen und so die violette Verfärbung der Stengel bewirken. Die Pyknidenmembran ist etwa 16 μ dick und besteht aus 3 bis 4 Lagen von dünnwandigen, schmutzig dunkelvioletten, 12 bis 16 μ großen Zellen. Das runde Ostiolum zeigt eine äußere dunkle, 30 μ breite Umrandung und eine 12 bis 16 μ weite, hyalin berandete Öffnung. Die Conidienträger sind viel kürzer als die hyalinen einzelligen, zweitropfigen, zylindrischen, an den Enden abgerundeten, geraden, meist 6 bis 7 ≥ 1·5 bis 1·8 μ großen Conidien.

Man sieht, daß diese *Phoma* sehr charakteristisch gebaut ist; nach der gegebenen ausführlichen Beschreibung wird sie mit einer anderen kaum mehr verwechselt werden können.

An dem zitierten Originalexemplar Desmazières' wächst die *Phoma roseola* zusammen mit *Byssothecium circinnans* Fuckel (Symb. mycol., 1869, p. 142). Ich zweifle nicht, daß beide zusammengehören. Letzterer Pilz wird von verschiedenen Autoren zu verschiedenen Gattungen gestellt.

Saccardo (Syll. fung., II, p. 88) stellte ihn zu *Leptosphaeria*; Winter (in Rabh., Krypt. Fl., II. Aufl., Pilze, II. Abt., p 277) zu *Trematosphaeria*; Berlese (Icon. Fung., 1894, I, p. 88)

stellt ihn nach Fuckel's Angaben zu *Passeriniella* Berl. (l. c., p. 51); Rehm (Ascomyc. exs. Nr. 1490) behält die Gattung *Byssothecium* bei.

Vergleicht man die Angaben über *Melanomma dubiosum* Sacc. (Michelia, 1878, I. Bd., p. 403) mit der Beschreibung von Fuckel's Pilz, so erkennt man, daß beide identisch sind.

Berlese (l. c., p. 30) vereinigt mit Unrecht *Trematosphaeria* Fuckel (Symb. myc. 1869, p. 161) mit *Melanomma*. Ferner erklärt er (l. c., p. 34) *Melanomma dubiosum* Sacc. für identisch mit *Trematosphaeria Vindelicorum* Rehm (Ber. naturh. Ver. Augsb., 1881, p. 116), was ganz unwahrscheinlich ist, da letzterer auf nacktem Nadelholz wächst, ersterer auf der Basis von Kräuterstengeln.

Die Untersuchung von Fuckel's und Desmazières' Exemplar von *Byssothecium circinnans* hat mir nun gezeigt, daß die schließlich oft stark vorragenden und scheinbar oberflächlichen Perithecien eigentlich bleibend eingewachsen sind, denn sie sind, wie Medianschnitte lehren, bis zur Mündungspapille hinauf mit den emporgehobenen Resten der Epidermis und darunterliegenden Zellschichten bedeckt.

Die normal entwickelten Sporen von *Byssothecium circinnans* sind vierzellig und haben hyaline oder subhyaline Endzellen. Allerdings sind abnormal entwickelte, ganz braune Sporen nicht selten.

Berlese (l. c., p. 51) hat nun für die *Leptosphaeria*-Arten mit hyalinen Endzellen der Sporen die Gattung *Passeriniella* aufgestellt und daher mit Recht den Fuckel'schen Pilz für eine solche erklärt. Da aber Fuckel's Pilz der Typus der Gattung *Byssothecium* ist, so ist *Passeriniella* Berlese 1894 gleich *Byssothecium* Fuckel 1869. In der Bot. Zeitung 1861, XIX. Bd., p. 261, hat Fuckel die Gattung *Byssothecium* nur für den zweifellos zum später entdeckten Schlauchpilz gehörigen Stylosporenpilz aufgestellt, den Namen jedoch 1869 auf den Schlauchpilz übertragen.

Vergleicht man die Angaben und Bilder der beiden *Passeriniella*-Arten in Berlese, l. c., p. 51, Taf. 38, Fig. 1, und 58, Fig. 5, mit dem Fuckel'schen Pilz, so bemerkt man, daß

beide Arten ganz ähnliche Sporen haben wie letzterer, ja *Passeriniella incarcerata* (B. et C.) Berl. steht Fuckel's Pilz sogar sehr nahe.

Derselbe muß sonach den ihm von Fuckel gegebenen Namen behalten. Rehm hat auf *Thymus serpyllum* eine Varietät von Fuckel's Pilz gefunden und in Ascom. exs. Nr. 1490 ausgegeben als *F. alpestre.* Diese alpine Form unterscheidet sich durch etwas größere Sporen (bis 42 ≍ 14 μ gegen 26 bis 32 ≍ 10 bis 12 μ) und durch eine viel stärker entwickelte Mündungspapille der Perithecien, die einen förmlichen, oben oft verdickten, 250 ≍ 250 μ großen Schnabel bildet.

Der Vergleich dieser Form, die, wie ich mich überzeugte, auch bleibend bedeckte Perithecien hat, mit Fuckel's Original zeigte mir, daß es sich tatsächlich nur um eine Varietät handelt. Der Pilz dürfte auf den verschiedensten Kräuterstengeln und Rhizomen aber nur selten vorkommen, denn er wurde bisher auf *Medicago sativa, M. lupulina, Globularia cordifolia* und *Thymus Serpyllum* gefunden.

Nomenklatur und Abbildung des Pilzes in Briosi e Cavara I fung. parass. Nr. 225 sind falsch.

1040. Über Leptosphaeria Calami Karsten.

Karsten hat aús Finnland auf Blättern von *Acorus Calamus* (Hedwigia, 1883, 22. Bd., p. 178 und 179) zwei nebeneinander auftretende *Leptosphaeria*-Arten beschrieben, *L. Calami* K. und *L. Acori* K.

Außerdem sind auf demselben Substrat noch die *L. acorella* Cooke (Grevillea, 1885, XIII. Bd., p. 99) = *Metasphaeria acorella* (C.) Berl. et Vogl. (S. Fung. IX, 841) und die *Leptosphaeria densa* Bresadola (Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. 199) aus England, respektive Sachsen beschrieben.

Vergleicht man die Beschreibungen dieser vier Formen miteinander, so bemerkt man trotz scheinbarer Verschiedenheiten auffallende Übereinstimmungen. Insbesondere fällt auf, daß es nur bei *L. Calami* heißt »paraphysae obsoletae«, bei den andern werden Paraphysen gar nicht erwähnt. Die Unterschiede betreffen eigentlich nur die Sporen, die bald nur

20 bis 24 ≍ 6 μ groß und 3-septat, bald 30 ≍ 3 bis 4 μ (3 bis 7septat), bald 30 bis 35 ≍ 6 (5-septat) oder 34 bis 36 ≍ 4 bis 5 μ (7-septat) sein sollen.

Jeder, der die Gattung *Leptosphaeria* kennt, weiß, wie sehr die Sporen namentlich in der Länge und Septierung variieren und wie bedenklich es ist, auf Grund der Sporen neue Arten aufzustellen. Eine auf morschen *Acorus*-Blättern in Niederösterreich (St. Georgen am Sonntagsberg, VI, 1915, lg. P. Lambert) gefundene *Leptosphaeria* überzeugte mich davon, daß die vier oben erwähnten Arten offenbar alle derselbe Pilz sind.

Bei dem niederösterreichischen Pilz sind die Perithecien schwarzbraun, rundlich, 100 bis 160 μ groß oder länglich, 120 ≍ 90 μ. Die Membran ist dünnhäutig, zeigt oben ein unregelmäßig rundliches oder längliches, 12—28 μ großes Ostiolum. Oben ist dieselbe wenig durchscheinend und besteht aus nur 4 bis 5 μ großen eckigen Parenchymzellen. In der Basalhälfte ist sie dünner und besteht aus 8 bis 12 μ großen schwarzbraunen Parenchymzellen. Die Perithecien stehen locker zerstreut oder auch dicht gedrängt, wie letzteres von der *L. densa* Bres. angegeben wird. Paraphysen fehlen völlig. Die Asci sind spindelförmig, dünnwandig, ohne Stiel sitzend, 40 bis 68 ≍ 12 bis 14 μ. Die Sporen sind gerade oder schwach gekrümmt, stehen mehrreihig parallel im Ascus, bleiben lange hyalin und werden dann gelblich; erst im Alter werden sie durchscheinend braun. Selbst wenn sie ganz alt und scheinbar leer sind, sind sie stets 4 zellig. In den jüngeren Stadien zeigen sie stets 8 Öltröpfchen und dann hat es den Anschein, als würden sie 5 bis 8 zellig sein, woher die verschiedenen Angaben der Autoren rühren. Sie sind ja nach der Größe der Perithecien verschieden groß. In den kleineren nur 25—28 ≍ 3—4 μ, in den größeren 32 bis 38 ≍ 4 bis 4·5 μ.

Aus diesen Angaben erklärt es sich zur Genüge, warum derselbe Pilz so verschieden beschrieben wurde.

Mit der *Leptosphaeria Calami* Karsten ist offenbar *L. juncina* (Auersw.) ganz nahe verwandt. Auch hier stehen die Sporen 3 bis 4reihig und ist von Paraphysen nicht die Rede. Auch die *L. juncicola* Rehm muß nahestehen. Hier ist

von 3 μ dicken Paraphysen die Sprache, die wahrscheinlich gar keine sind.

Ich vermute, daß diese drei Arten Pseudosphaeriaceen sind, die zur Gattung *Scleropleella* v. H. gehören würden, was noch zu prüfen ist.

1041. Über Asterosporium Hoffmanni Kunze.

In der Gattung *Asterosporium* stehen heute drei Arten. Unter diesen gehört aber nur die obige Typusart in dieselbe.

Asterosporium betulinum Peck (Syll. Fung., III, p. 782) ist nach der Beschreibung wahrscheinlich ein *Prosthemium*.

Asterosporium strobilorum R. et F. (Revue myc. 1892, XIV. Bd., p. 103) ist nach Fragm. 561 (1910, XI. Mitt.) offenbar gleich

Sporidesmium lobatum B. et Br. = *Spegazzinia lobata* (B. et Br.) v. H. (Ann. myc. 1903, I. Bd., p. 413). *Spegazzinia calyptrospora* v. H. (Fragm. z. Myk., 1902, I. Mitt., Nr. 63) ist zweifelsohne derselbe Pilz.

Asterosporium Hoffmanni ist ein auf Rotbuchenzweigen häufiger und verbreiteter Pilz. Angeblich kommt derselbe auch auf Birkenrinde vor, was möglich ist. Hingegen tritt er sicher auch auf Haselnußrinde auf, wie das Exemplar in Roumeguère, F. gall., Nr. 1756, zeigt, dessen Substrat ich nachgeprüft und als richtig angegeben gefunden habe.

In dem Fragm. zur Myk., 1902, I. Mitt., Nr. 22, machte ich auf das häufige Zusammenauftreten von *Dothiorella macrospora* (Sacc. et Br.) v. H. (= *Fusicoccum macrosporum* Sacc. et Br.) und *Asterosporium Hoffmanni* Kze. aufmerksam, woraus ich den Schluß zog, daß diese beiden Pilze metagenetisch zusammengehören. Ferner erwähnte ich, daß auch *Scolecosporium Fagi* Lib. ein häufiger Begleiter von *Asterosporium Hoffmanni* ist.

Später entdeckte ich die *Botryosphaeria Hoffmanni* v. H. (Ann. mycol. 1904, II. Bd., p. 275) und fand, daß *Dothiorella macrospora* (S. et Br.) v. H. dazu als Nebenfrucht gehört.

Da sämtliche *Botryosphaeria*-Arten *Dothiorella*-Formen als Nebenfrüchte besitzen, ist letztere Angabe zweifellos richtig und da nur eine *Asterosporium*-Art existiert, kann

diese Gattung nicht in den Formenkreis von *Botryosphaeria* gehören, wie ich 1904 noch annahm.

Seither fand ich durch Prüfung zahlreicher Exemplare, daß in den Sporenhäufchen von *Asterosporium Hoffmanni* so gut wie stets früher oder später die Bildung von *Scolecosporium Fagi*-Conidien eintritt, mithin diese beiden Pilze gewiß metagenetisch zusammengehören. Da nun *Massaria macrospora* (Desm.) Sacc. nach Tulasne (Select. fung. Carpol. 1863, II. Bd., p. 221) die zu *Scolecosporium Fagi* gehörige Schlauchfrucht ist, so ist auch *Asterosporium Hoffmanni* eine Nebenfrucht von *Massaria macrospora*.

Schon Tulasne (l. c., p. 222) fand, daß die *Massaria macrospora* häufig am Rande der Fruchtkörper von *Asterosporium Hoffmanni* entsteht, gerade so, als würde sie darauf parasitieren. Die Beobachtung Tulasne's ist ganz richtig. In der Tat ist dies nicht nur häufig, sondern immer der Fall. Die Untersuchung zahlreicher Exemplare der drei genannten Pilze, die mir alle Entwicklungsstadien der *Massaria macrospora* zeigten, ergab folgendes Resultat.

Das erste Entwicklungsstadium von *Massaria macrospora* ist das sich unter dem Periderm bildende *Asterosporium Hoffmanni*. Die Conidien dieses Pilzes hängen infolge ihrer eigentümlichen Form zu einer ziemlich festen Masse zusammen und werden nicht ausgestreut oder verweht. Sie keimen an Ort und Stelle im Lager durch Auswachsen der Spitzen der 3—4 kegeligen Fortsätze aus und bilden ein hyalines, stark verzweigtes, das ganze Conidienlager durchsetzendes Mycel, das meist ganz locker ist, aber stellenweise kleine, dicht plectenchymatisch verflochtene Partien zeigt, an welchen oben die dicht nebeneinander stehenden Conidien von *Scolecosporium Fagi* entstehen. Die jungen *Scolecosporium*-Conidien sind hyalin und stumpfkeulig, so wie sie Tulasne (l. c., Taf. XXVI, Fig. 10) ganz richtig abbildet. Man glaubt, ein im *Asterosporium*-Lager schmarotzendes *Fusarium* zu sehen. Allein, bald werden sie bräunlich und nehmen ihre charakteristische *Scolecosporium*-Form an. Diese Conidien sind nebst den Ascussporen dazu bestimmt, den Pilz zu verbreiten, wozu die *Asterosporium*-Conidien nicht geeignet sind. An etwas älteren Lagern sieht

man nun gegen den Rand hin am Querschnitt weiße kleine sclerotiumartige Körperchen entstehen, welche die ganz jungen Perithecien der *Massaria* darstellen. Während der Entwicklung der Perithecien verschwinden allmählich die ausgekeimten und entleerten *Asterosporium*-Conidien völlig und bleiben nur noch die *Scolecosporium*-Conidien übrig, die zuletzt auch verschwunden sind.

Die *Massaria macrospora* (Desm.) Sacc. = *Massaria epiphegia* Riess. = *Melogramma oligosporum* B. et Br. (s. Berlese, Icon. Fung. 1894, I, p. 25) ist, wie schon Berlese sagt, kaum eine *Massaria*, aber auch keine Cucurbitariee, als welche sie Tulasne auffaßt.

Die geschilderte, ganz einzigartige Entstehungsweise und das rasige Wachstum der reifen Perithecien begründen wohl genügend die Aufstellung einer neuen, den Massarieen anzuschließenden Gattung, die ich *Asteromassaria* nenne.

Die Tatsache, daß *Asteromassaria macrospora* (Desm.) v. H. so eigenartige Nebenfruchtformen besitzt, steht im besten Einklange damit, daß die Massarieen überhaupt durch sehr mannigfaltige, verschiedenen Formgattungen angehörige Nebenfruchtformen ausgezeichnet sind.

So hat *Massaria eburnea* (Tul.) als Nebenfrucht *Stagonospora princeps* (B. et Br.) v. H.; *Massaria Pupula* (Fr.) hat *Steganosporium piriforme* (Hofm.); *Massaria Argus* (B. et Br.) Tul. hat *Myxocyclus polycystis* (B. et Br.) Sacc. (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 559) als Nebenfrucht; zu *Pleomassaria siparia* (B. et Br.) Sacc. gehört *Prosthemium betulinum* Kze., zu *Massaria Platani* Ces. gehört *Hendersonia Desmazierii* Mont.; zu *Massaria marginata* Fuckel *Seiridium marginatum* Fr. usw.

Man sieht, daß jede Art eine andere Formgattung zur Nebenfrucht besitzt.

Noch sei bemerkt, daß *Cucurbitaria asteropycnidia* Crouan (S. Fung. I, p. 603), ein ungenügend beschriebener Pilz auf Rotbuchenzweigen, zu dem *Asterosporium Hoffmanni* als Nebenfrucht gehören soll, offenbar nichts anderes als *Asteromassaria macrospora* (Desm.) v. H. im unreifen Zustande sein wird.

1042. Über Sphaeria hirta Fries.

Sphaeria hirta Fries (System. mycol., II. Bd., 1823, p. 483) wurde von Fuckel (Symb. mycol. 1869, p. 155) zur Gattung *Massaria* gestellt. Winter (Pilze Deutschlands etc., II. Abt., 1887, p. 549) beläßt sie dabei, bemerkt aber, daß sie vielleicht besser bei *Leptosphaeria* stünde. Berlese (Icon. Fung., I, 1894, p. 26) erklärt sie für eine *Leptosphaeria*. Bei Schröter (Pilze Schlesiens, II. Bd., 1894, p. 384) steht sie wieder bei *Massaria*.

Ein gut entwickeltes Exemplar vom Sonntagsberge in Niederösterreich veranlaßte mich, denselben zu studieren. Dasselbe stimmt vollkommen mit Fuckel's Exemplar, F. rhen. Nr. 2326, überein, das wohl mit Fries' Originalexemplar in Sclerom. suec. Nr. 17 identisch ist.

Der Pilz ist überall (nach Fuckel) ganz falsch beschrieben und daher so gut wie unbestimmbar.

Der Pilz umgibt die Zweige von *Sambucus racemosa*, seiner einzigen Nährpflanze, ringsum in ziemlich dichten Herden. Die von ihm besetzten Zweige haben ein rötlich verfärbtes Periderm. Die Perithecien entstehen im Periderm, und zwar an der Grenze der äußeren Schichte desselben, die einen fuchsroten Korkzellinhalt aufweist, und der inneren farblosen Schicht. Die äußere Peridermschichte wird von einem kurz zylindrischen Fortsatz der Perithecien durchsetzt, durch den die Sporen austreten und der nur wenig über die Oberfläche vorragt. Die innere hyaline Peridermschichte wird nach innen durch die etwa 360 μ hohen und breiten Perithecien ganz durchbrochen. Letztere haften dem Periderm fest an, sind trocken flach, matt braunschwarz, feucht urnenförmig, da ihre größte Breite weit über der Mitte liegt. Außen zeigen die Perithecien eine parenchymatische, 35 bis 45 μ dicke, braunschwarze, oben hellere und mehr rotbraune Wandung, die unten aus etwa 7 bis 8 Lagen von offenen, etwa 4 bis 8 μ breiten schwarzbraunen, nicht abgeflachten Zellen besteht. Oben sind die Zellen größer und blasser. Außen zeigen die Perithecien dunkelbraune, 3 bis 4 μ breite Hyphen, die eine undeutliche Behaarung bewirken. Das Ostiolum ist unregelmäßig rundlich und 80 bis 90 μ weit. Innen zeigen die Perithecien unten und

seitlich eine 30 bis 40 μ dicke Wandschichte, die aus hyalinen, stark zusammengepreßten Zellen besteht. Der Nucleus besteht aus sehr zahlreichen, ziemlich dicken, schleimig verklebten Paraphysen, die manchmal deutlich zellig gegliedert sind und über die Schläuche weit vorragen, und zahlreichen Asci.

Gut entwickelte, reife Asci sind schleimig-dickwandig, oben abgerundet, keulig-zylindrisch, unten kurzknopfig gestielt und 120 ≃ 14 μ groß. Die acht braunen Sporen stehen meist $1^1/_2$ reihig. Dieselben sind dünnwandig, länglich oder etwas keulig, mit abgerundeten Enden. Bei den längeren zeigt sich in der Mitte eine oft starke Einschnürung, an welcher sie manchmal in zwei getrennte Hälften zerfallen. Sie haben 3 bis 8 Querwände. Nicht selten ist eine Zelle mit einer Längswand versehen. Bei Fuckel's Exemplar sah ich nur einmal eine solche Längswand. Bei dem Exemplar vom Sonntagsberg waren solche öfter zu sehen. Die Größe der Sporen wechselt sehr, 20 bis 29 ≃ 6 bis 9 μ. Die längeren Sporen haben mehr Querwände. Reichliches, 1916 bei Preßbaum im Wienerwalde gesammeltes Material verhielt sich ganz ebenso und zeigte namentlich viele Sporen mit 1 bis 2 längsgeteilten Zellen.

Bei diesen Wienerwaldexemplaren fand ich auch, daß der Pilz in zweierlei durch Übergänge verbundenen Formen vorkommt. Auf den dünnen Zweigen sind die Perithecien 270 μ groß und haben kleinere Asci und stets vierzellige, blasse, 20 bis 22 ≃ 6 μ große Sporen. Auf den dickeren Zweigen sind die Perithecien 410 μ groß, haben längere Schläuche und blaßbraune, 24 bis 29 ≃ 8 bis 9 μ große und meist 5 bis 6-(selten bis 9-)zellige Sporen, die ziemlich häufig einzelne längsgeteilte Zellen aufweisen. Man glaubt zwei verschiedene Pilze vor sich zu haben.

Sphaeria hirta ist nun ganz nahe mit *Sphaeria rhodostoma* A. et S. (Consp. Fung. Lusat. sup. 1805, p. 43, Taf. IV, Fig. 3) verwandt, was bisher völlig übersehen wurde. Dieser Pilz (s. Tulasne, Sel. Fung. Carp., II. Bd., 1863, p. 238, Taf. XXV, Fig. 1 bis 4) muß daher in die gleiche Gattung gehören.

Seine Untersuchung hat mir nun gezeigt, daß er ganz ähnlich wie *Sphaeria hirta* gebaut ist. Er rötet ebenfalls das Periderm, hat auch nur eine Nährpflanze (*Rhamnus Frangula*),

entwickelt sich aber ganz unter dem Periderm, das hier nur aus einer gefärbten Schichte besteht. Diese wird durch ein zylindrisches, etwa 110 μ hohes und 100 μ breites, weich- und dünnwandiges Ostiolum durchbrechen, das nur wenig vorragt. Das Innere der Perithecien ist ganz so beschaffen wie bei der *Sphaeria hirta*. Da *Sphaeria rhodostoma* der Typus der Gattung *Karstenula* Spegazzini (1880) ist, so muß die *Sphaeria hirta*: *Karstenula hirta* (Fr.) v. H. genannt werden, obwohl ihre Sporen meist keine Längswand aufweisen.

Karstenula hirta (Fr.) v. H. hat nach Fuckel zwei Nebenfruchtformen. Die eine wird in Syll. Fung., II, p. 10, *Phoma hirta* Sacc. genannt, wird aber in der Bearbeitung der Sphaeropsideen als *Pyrenochaeta hirta* Sacc. (Syll. Fung. 1884, III. Bd., p. 221) angeführt.

Nach Fuckel's Exemplar hat aber der Pilz bräunliche Conidien, ist daher eine *Microsphaeropsis* v. H. (= *Coniothyrium* Sacc. non Corda), die vorläufig *Microsphaeropsis hirta* (Sacc.) v. H. genannt werden muß. Ist aber vielleicht eine Sclerophomee. Die andere Nebenfrucht ist *Hendersonia hirta* Curr. Diese kommt auch als *Microdiplodia* vor, so in Roumeg., F. gallic. exs. Nr. 1479.

Die *Microsphaeropsis hirta* (Sacc.) v. H. wurde von Karsten versehentlich noch zweimal beschrieben, denn es ist kein Zweifel, daß *Coniothyrium subcorticale* K. (Hedwigia, 1888, 27. Bd., p. 104) und *Coniothyrium clandestinum* K. (Revue myc. 1888, X. Bd., p. 150) damit identisch sind.

Bei der nahen Verwandtschaft von *Karstenula hirta* und *K. rhodostoma* miteinander ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die letztere Art analoge Nebenfruchtformen haben wird. Eine entsprechende *Microsphaeropsis* scheint noch nicht bekannt zu sein. Hingegen sind *Microdiplodia Frangulae* Allesch. (Krypt. Fl. Deutschlands usw., Pilze, VII. Abt., p. 94) und *Hendersonia mammillana* (Fr.) Curr. (? = *H. rhamnicola* Cooke) wahrscheinlich Nebenfrüchte von *Karstenula rhodostoma*. *Diplodia sambucicola* Fautrey (Revue mycol., 1891, XIII. Bd., p. 171) ist offenbar schlecht entwickelte *Hendersonia Sambuci* Müller.

1043. **Plagiostromella** n. G. (*Sphaeriaceae*).

Stromata rundlich, flach, mit einem bis wenigen Höckern, scheinbar oberflächlich, in den äußeren Peridermzellschichten entstehend, opak, schwarz. Perithecien horizontal eingewachsen, eines bis wenige, abgeflacht, verschieden gestaltet. Mündungskanäle seitlich, horizontal verlaufend, in ein gemeinsames, genabeltes Ostiolum auslaufend. Asci außen seitlich entspringend, keulig, achtsporig; Sporen braun, mehrzellig, quergeteilt. Paraphysen zahlreich, dünnfädig, oben netzig verzweigt und verbunden, verschleimend.

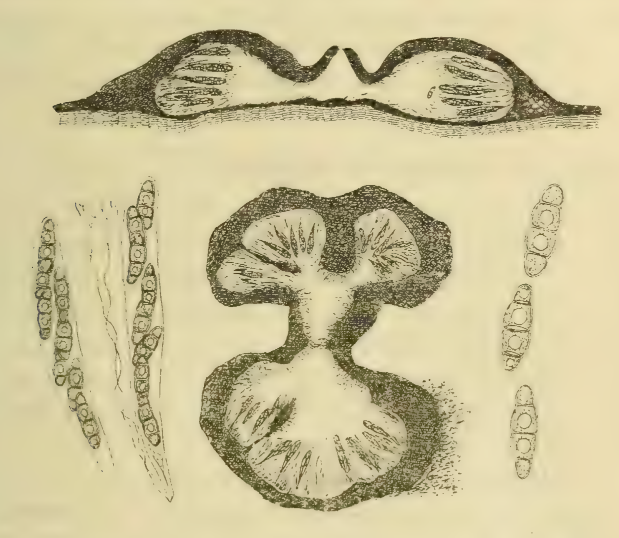
Plagiostromella pleurostoma v. H.

Stromata zerstreut, schwarz, rundlich oder unregelmäßig gestaltet, flach, oben mit 1 bis 4 schwach glänzenden Höckern, 0·6 bis 1·6 *mm* breit, zwischen den Höckern oder seitlich das rundliche, 200 bis 300 μ breite genabelte Ostiolum. Stromata scheinbar oberflächlich, in den äußeren Zellagen des Periderms entstehend, welche durch dicht eingewachsene, schwarzbraune, 2 bis 4 μ breite, oft torulöse Hyphen stromatisch verändert sind. Stromagewebe über den Perithecien etwa 60 μ dick, opak. Perithecienmembran 30 bis 40 μ dick, kleinzellig, fast opak, oben mit dem Stromagewebe verwachsen. Letzteres unter den Perithecien wenig entwickelt. Perithecien horizontal liegend, etwas abgeflacht, mit elliptischem, 200 bis 300 μ dickem senkrechtem Medianschnitt und sehr verschieden gestaltetem, oft nierenförmigem oder gelapptem Horizontalmedianschnitt, der bis 1300 μ breit und 600 μ hoch ist. Mündungskanal horizontal liegend, bis 360 μ lang und 160 bis 260 μ weit, von allen (2 bis 3) Perithecien eines Stromas in das gemeinsame, zwischen den Perithecien oder seitlich liegende, manchmal auf einem kleinen Höcker befindliche Ostiolum einmündend. Asci gegenüber dem Mündungskanal, also seitlich entspringend, keulig, etwa 20 μ lang gestielt, 160 bis 200 ≈ 24 bis 36 μ, oben manchmal sehr dickwandig, bis achtsporig. Sporen zweireihig, länglich-elliptisch, braun, vierzellig, mäßig dünnwandig, an beiden Enden abgerundet oder an einem spitz, an den Querwänden eingeschnürt, 37 bis 50 ≈ 14 bis 17·5 μ. Die beiden Mittelzellen der Sporen sind höher als die Endzellen und haben je einen großen Öltropfen.

Paraphysen sehr zahlreich, typisch, dünnfädig, verschleimend, oben verzweigt und netzig verbunden.

An glatter Rinde von *Sapindus sp.* in Japan (1913.)

Der bemerkenswerte Pilz steht auf dem Periderm der glatten Rinde scheinbar oberflächlich und sieht *Phyllachora*-artig aus. Indessen besteht der obere dichte Teil des Stromagewebes aus den dünnen flachen Peridermzellen, die durch eingewachsene Hyphen geschwärzt sind. Die kleinsten Stromata zeigen einen glatten wenig gestreckten Hügel, der meist etwas gebogen ist; etwa 0·5 *mm* von dem Gipfel des Hügels entfernt



Medianschnitt durch *Plagiostromella pleurostoma* v. H., zirka 38fache Vergr.; zwei Schläuche, 230fache Vergr.; Flächenschnitt, zirka 22fache Vergr.; drei Sporen, 330fache Vergr.
Gezeichnet von Professor Josef Weese, Wien.

sieht man an einem viel kleineren, warzenförmigen Vorsprung das runde, tief genabelte Ostiolum. Oft ist der Hügel, in dem das horizontal liegende Perithecium enthalten ist, etwas länger und nierenförmig gebogen; dann liegt das Ostiolum in der Bucht. Die größeren Stromata zeigen 3 bis 4 Hügel, die in einem nicht ganz geschlossenen Kreisbogen angeordnet sind, sich daher paarweise mehr minder gegenüber stehen; dann liegt

das gemeinsame Ostiolum in der Vertiefung in der Mitte zwischen den Hügeln. Merkwürdig ist die vollkommen horizontale Lage der Perithecien, deren kurzer, weiter Hals horizontal verläuft und sich mit dem Ende zum Ostiolum hinaufbiegt.

Obwohl der Pilz *Phyllachora*-artig aussieht, gehört er doch, schon wegen des typischen Ostiolums und der oben netzig verzweigten typischen Paraphysen, welche weit in den Hals hineinreichen, zu den Sphaeriaceen. Bei diesen dürfte er am nächsten mit den Clypeosphaeriaceen verwandt sein, von welchen er sich jedoch durch das Stroma unterscheidet, das zwar oben clypeusartig entwickelt ist, aber weit hinabreicht, und durch die horizontalliegenden Perithecien. Er wird wohl am besten als erster Vertreter einer kleinen Familie (Plagiostromelleen v. H.) betrachtet werden müssen.

1044. Über Sphaeria Scrophulariae Desmazières.

Der Pilz ist in Ann. scienc. nat. Botan., 1836, VI. Bd., p. 245, beschrieben und in Desmazières, Pl. crypt. Nord France 1854, Nr. 718, ausgegeben. Saccardo, Syll. Fung. 1883, II. Bd., p. 57, führt den Pilz als *Leptosphaeria* an. Allein Berlese (Icon. Fung. 1894, I. Bd., p. 88) fand am Originalexemplar, daß es eine *Pleospora* ist. Indessen behandelt er dieselbe in der Gattung *Pleospora* nicht, daher die Stellung derselben in der Gattung unbekannt ist.

Die Untersuchung des Originalexemplars zeigte mir, daß die kugeligen, etwas abgeflachten, dunkelbraunen, derbhäutigen Perithecien 200 bis 270 μ breit sind. Das Ostiolum ist flach, unregelmäßig rundlich und 32 μ breit. Außen sind die eingewachsenen Perithecien von braunen, 3 bis 4 μ breiten Hyphen umgeben. Die Paraphysen sind fädig, sehr zahlreich, verklebt und länger als die Schläuche, welche ungestielt, zylindrisch, oben abgerundet, ziemlich derbwandig und 84 bis 105 ≍ 14 bis 16 μ groß sind. Die acht, ein- bis anderthalbreihig stehenden Sporen zeigen stets 5 Querwände und eine Längswand, sind dunkelbraun, an den Querwänden etwas eingeschnürt, länglich und 20 bis 21 ≍ 8 bis 9 μ groß. Die obere Hälfte der Sporen ist wenig breiter als die untere. Daraus ersieht man, daß die *Sphaeria Scrophulariae* Desm. von *Pleospora vulgaris* Niessl 1876

(Verh. naturf. Ver. Brünn, XIV. Bd., p. 27 d. A.) nicht wesentlich verschieden ist.

Berlese (Icon. Fung. 1900, II. Bd., p. 11) betrachtet *Pleospora infectoria* Fuckel (Symb. myc. 1869, p. 132, Taf. III, Fig. 23) mit *Pl. vulgaris* Niessl als synonym.

Pleospora Scrophulariae (Desm.) v. H. 1836 ist der älteste Name für diese Pilze und muß nunmehr angewendet werden.

1045. Über Cucurbitaria Hendersoniae Fuckel.

Der Pilz ist in Fuckel, Symb. mycol., 1869, p. 162, beschrieben. Da derselbe nur quergeteilte Sporen hat, wurde er von Saccardo (Syll. Fung. 1883, II. Bd., p. 109) zur Gattung *Melanomma* gestellt. Da der Pilz indessen, wie schon Fuckel angibt, rasig hervorbrechende Perithecien hat, kann er keine *Melanomma* sein, denn in diese Gattung dürfen nur Pilze gestellt werden, die von vornherein ganz oberflächliche Perithecien haben. Nichtsdestoweniger steht der Pilz noch heute fast unbestritten in der Gattung *Melanomma*. Ich konnte zwar, um die richtige Stellung des Pilzes zu finden, kein Originalexemplar untersuchen, da Fuckel den seltenen Pilz nicht ausgegeben hat, sondern nur zwei andere, die aber vollkommen zu Fuckel's Angaben stimmen. Das eine davon hat etwas rauhe, kugelige, mit einer deutlichen Mündungspapille versehene Perithecien (Mycoth. march. Nr. 4351), das andere (auf holzigen Weidengallen vom Sonntagsberge in Niederösterreich, 1915, leg. P. Lambert) hat flachgedrückte, an *Nitschkia* erinnernde, ebenso etwas rauhe und mit deutlicher Papille versehene Perithecien. Mikroskopisch stimmen beide Exemplare vollkommen miteinander überein.

Bei beiden entwickeln sich die Perithecien einige Zellschichten tief unter der Epidermis und brechen dann weit hervor. Je nach der Üppigkeit der Entwicklung stehen die Perithecien einzeln, in Gruppen oder in dichten Rasen. Im letzteren Falle verwachsen oft viele miteinander. Ein Basalstroma ist auch bei üppigster Entwicklung nicht zu finden. Man findet an der Basis der Perithecien nur lockeres Hyphengewebe.

Es ist wunderlich, daß Fuckel diesen Pilz nicht in die von ihm selbst aufgestellte Gattung *Gibberidea* (Symb. myc.,

1869, p. 168) gestellt hat, denn tatsächlich ist derselbe eine ganz unzweifelhafte und typische *Gibberidea.* Von der Typusart dieser Gattung sagt Fuckel selbst: »Peritheciis liberis, caespitosis, in stromate spurio dense dispositis«, was wörtlich auf unseren Pilz paßt. Dazu kommt noch der besonders bezeichnende Umstand, daß beide Pilze eine *Hendersonia*-Nebenfrucht haben, deren Conidien den zugehörigen Schlauchsporen fast vollkommen gleichen.

Der Pilz ist fürderhin *Gibberidea Hendersoniae* (Fuck.) W. Kschst. zu nennen. (Krypt. Fl. Brand., Pilze VII.)

1046. Über Cucurbitaria protracta Fuck. und Cucurbitaria acerina Fuckel.

Diese beiden auf *Acer campestre* wachsenden Arten sollen nach Fuckel (Symb. myc., 1869, p. 171 und 172) durch die Schläuche und Sporen voneinander verschieden sein. Allein dieselben sind nach den Originalexemplaren in den Fung. rhen. Nr. 909 und 2255 miteinander identisch. Ich fand bei *C. acerina* die Sporen fast stets mit 3 Querwänden und 21 bis 24 ≍ 8 bis 11 μ groß, die Schläuche 12 bis 16 μ breit, ganz so wie bei *C. protracta.* Daß mauerförmig geteilte Schlauchsporen fast stets sehr veränderlich sind, ist bekannt.

Cucurbitaria protracta Fuck. ist überhaupt ein sehr variabler Pilz. Ich zweifle nicht daran, daß eine von mir 1916 im Wienerwalde auf Feldahornzweigen gefundene *Otthiella* nichts anderes ist als eine Notreifform der *Cucurbitaria.* Dieselbe stimmt äußerlich mit der *C. protracta* überein und und kam auch in Gesellschaft von Nebenfruchtformen vor, die zu letzterer gehören. Die Sporen waren hyalin oder subhyalin, zweizellig, meist ungleichhälftig und in der Mitte eingeschnürt, meist 16 bis 26 ≍ 6 bis 9·5 μ groß. Sie lagen in den 110 ≍ 16 bis 18 μ großen Schläuchen 1- bis 2 reihig. Eine größere vierzellige Spore (32 ≍ 12 μ) war eine Übergangsform. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß diese Form keine selbständige Art darstellt.

Die *Cucurbitaria protracta* Fuck. hat eine ganze Anzahl von Nebenfruchtformen, so die *Pleurophoma protracta* (Sacc.) v. H., die *Diplodia Aceris* Fuckel (= *D. protracta* Fr.?), eine *Hendersonia* und *Taeniophora acerina* Karsten (= *Phrag-*

motrichum acerinum Fuckel (an Fries?) = *Phr. platanoides* Otth), ein Pilz, der im gut entwickelten Zustande mauerförmig geteilte Conidien in Ketten hat und zu den *Sphaerioideae-astomae* gehört.

1047. Otthiella Aesculi v. H. **mit Pyrenochaeta Aesculi** v. H.

Perithecien und Pykniden zu wenigen, meist gemischt unter dem Periderm rasig entwickelt in 0·5—0·7 *mm* großen Gruppen, ohne deutliches Basalstroma. Perithecien kugelig, rauh, 400 bis 450 μ breit, schwarz, öfter zu einigen miteinander verwachsen, etwas hervorbrechend, mit Mündungspapille, die mit einem vielreihigen Schopf von schwarzen, 34 bis 50 ≍ 3 μ großen, spitzlichen, einzelligen Borsten besetzt ist. Perithecienmembran oben derber, 32 bis 40 μ dick, aus zahlreichen Lagen von flachen, 6 bis 8 μ großen Zellen bestehend. Paraphysen zahlreich, fädig, die Schläuche weit überragend. Schläuche zylindrisch bis keulig, lang gestielt, bis 100 bis 125 ≍ 6 bis 10 μ groß. Sporen zu 8 im Schlauche, 1- bis $1^1/_2$ reihig, hyalin, zweizellig, bikonisch, in der Mitte stark eingeschnürt, an den Enden verschmälert, abgerundet, 14 bis 18 ≍ 5·5 bis 6 μ groß, ohne Öltröpfchen. Pykniden (*Pyrenochaeta Aesculi* v. H.) den Perithecien gleichend, aber kleiner (140 bis 260 μ) und mit undeutlichem Borstenschopf an der papillenartigen Mündung. Conidienträger meist einfach, steif, septiert, bis 40 bis 50 μ lang, 2 bis 2·5 μ breit. Conidien an den Querwänden seitlich einzeln sitzend, länglich bis stäbchenförmig, hyalin, 3 bis 4 ≍ 1·5 bis 1·8 μ groß. Pyknidenmembran unten 14, oben 20 μ dick.

Räschen herdenweise durch das Periderm hervorbrechend an dürren Zweigen von *Aesculus Hippocastanum* im Brentenmaistal im Wienerwalde, Sommer 1916, leg. v. Höhnel.

Wie die Untersuchung lehrte, ist der Pilz eine zweifellose *Otthiella*, die sich aber durch den Borstenschopf der Mündung der Gattung *Venturia* nähert, als welche er nicht angesehen werden kann. Das Vorhandensein des Borstenschopfes genügt kaum zur Abtrennung einer eigenen Gattung. Die zum Pilze gehörige *Pyrenochaeta* ist innerlich ganz so gebaut, wie die *P. Berberidis*, die auch zu einer Cucurbitariee gehört.

Die *Pyrenochaeta Aesculi* könnte auch als *Pleurophoma* aufgefaßt werden, da die Mündungsborsten nur undeutlich entwickelt sind. Nachdem ich auf *Acer campestre* eine *Otthiella* als Notreifform der *Cucurbitaria protracta* Fuck. kennen gelernt habe, ist es mir wahrscheinlich, daß auch die *Otthiella Aesculi* eine solche Notreifform ist. Allein auf *Aesculus* ist keine *Cucurbitaria* beschrieben. Da indes auf jener Gattung eine *Diplodia* und *Hendersonia* auftritt, ist es wahrscheinlich, daß sie auch eine noch unbekannte *Cucurbitaria* beherbergen wird.

1048. Über Nitschkia Otth und Winterina Saccardo.

Von vielen Autoren werden verschiedene Gattungen zu den allantoidsporigen Sphaeriaceen gestellt, die nicht dazugehören.

So *Diatrypeopsis* Speg., welche eine hellsporige *Nummularia* ist, ferner *Endoxyla* Fuckel, welche eine *Anthostoma* ist. Zu diesen Gattungen gehört auch *Nitschkia* Otth = *Coelosphaeria* Saccardo. Obwohl letzterer (Syll. Fung., I, p. 91) ausdrücklich sagt, daß er statt *Nitschkia* den Namen *Coelosphaeria* setzte, nur um Verwechslungen des Namens *Nitschkia* mit *Nitzschia* vorzubeugen, haben doch Ellis und Everhart (North. Americ. Pyrenom. 1892, p. 245 ff.) *Coelosphaeria* von *Nitschkia* generisch geschieden, was nicht nur unstatthaft war, sondern auch ganz unbegründet, da die Unterscheidung dieser zwei Gattungen nur auf dem zerstreuten oder rasigen Wachstum der Perithecien beruht, also auf einem Merkmal, das nicht konstant und unzureichend zur Trennung zweier Gattungen ist. Trotzdem hat Berlese (Icon. Fung., 1902, III. Bd., p. 20) beide Gattungen aufrecht erhalten, ohne sie genügend charakterisieren zu können. Gerade sein Bild (l. c., Taf. XXVI, Fig. 2) von *Coelosphaeria Beccariana* Berl. et Vogl. zeigt rasig wachsende Perithecien, wie sie für *Nitschkia* charakteristisch sind. Auch die Stärke der Entwicklung der Stromasubstanz ist bei diesen Pilzen ganz irrelevant.

Diese zwei Gattungen fallen völlig zusammen.

Die Sporen der *Nitschkia*-Arten zeigen stets 2- bis 6 Öltröpfchen und haben meist, wenn gut entwickelt, ein 2 bis 4-

teiliges Plasma, müssen daher mindestens als zweizellig gelten. Auch Berlese zeichnet bei einigen Arten zweizellige Sporen.

Noch deutlicher ist dies bei *Winterina tuberculifera* (E. et Ev.), dem Typus der Gattung *Winterella* Berles. non Sacc. = *Winterina* Sacc. der Fall. Vergleicht man diesen Pilz mit einer *Nitschkia*, so sieht man, daß derselbe eine kleinsporige Form dieser Gattung ist.

Vergleicht man die Abbildung der *Winterina tuberculifera* in Berlese, Icon. Fung., I, Taf. 85, Fig. 2, so sieht man, daß der Pilz *Diaporthe*-Sporen hat, womit auch der Bau des Nucleus übereinstimmt.

In der Tat habe ich schon 1906 in meiner Revision der Feltgen'schen Ascomyceten (diese Sitzungsber., 115. Bd., Abt. I, p. 1215) angegeben, daß *Winterina tuberculifera* eine Diaporthee ist.

Nitschkia Otth 1869 ist daher gleich *Coelosphaeria* E. et Ev. — Berlese 1902 = *Winterella* Berlese non Sacc. 1894 = *Winterina* Sacc. 1899.

Ditopella de Not. ist auch eine Diaporthee, nahe verwandt mit *Nitschkia* und durch die bleibend eingewachsenen, stets einzelnstehenden Perithecien mit vielsporigen Schläuchen davon verschieden. Die gut entwickelten Sporen sind ganz ähnlich denen von *Nitschkia* und haben ein zweiteiliges Plasma.

1049. Über Diatrype anomala Peck.

Der 1876 im 28. Report of the Regents etc., New York, p. 72, beschriebene Pilz wurde in der Syll. Fung., I. Bd., p. 470, zu *Cryptosporella* und von Ellis und Everhart zu *Cryptospora* gestellt.

Da der Pilz mehrfach ausgegeben wurde, konnte ich ihn näher prüfen. Derselbe hat *Eutypella*- oder *Diatrype*-artige Stromata, die sich tief in der Rinde unmittelbar am Holzkörper aufsitzend entwickeln und stark hervorbrechen. Sie sind länglich, polsterförmig, bis 5 *mm* lang, 2 *mm* breit und 1·5 bis 1·8 *mm* dick. Das Stromagewebe besteht aus derb-

wandigen, braunen, im Innern öfter blassen, 4 bis 5 μ breiten Hyphen, die zwischen den Perithecien ziemlich parallel senkrecht verlaufen und oben dicht plectenchymatisch verflochten sind, eine dicke schwarze Kruste bildend, durch welche die 300 bis 400 μ langen, unten 120 μ, oben 200 μ dicken, derbwandigen opaken Perithecienhälse brechen. Diese ragen an der flachgewölbten, ziemlich glatten Oberfläche der Stromata nur in Form von flachen rundlichen, 200 μ breiten Scheiben hervor, die meist 5 Radialfurchen erkennen lassen. In jedem der Stromata, die unten flach dem Holzkörper aufliegen, sitzen 25 bis 40 zylindrische, seitlich etwas abgeflachte, ohne Hals etwa 900 μ hohe und 360 bis 500 μ breite Perithecien, die an Schnitten leicht aus dem Stroma herausfallen, parallel nebeneinander. Die Perithecienwände sind etwa 35 bis 45 μ dick und bestehen aus zahlreichen Lagen zusammengepreßter, dünnwandiger, etwas gestreckter Zellen, deren äußere Lagen braun sind, während die inneren hyalin sind. Unter den Stromaten ist eine dünne Schichte des Holzkörpers geschwärzt. Der die ganze Perithecienhöhlung ausfüllende Nucleus ist *Euvalsa*-artig gebaut und besteht nur aus Schläuchen ohne Paraphysen. Die Asci liegen in zahlreichen Schichten übereinander, sind zartwandig, spindelförmig, oben 3 μ breit quer abgestutzt, unten allmählich lang zugespitzt, etwa 38 ≍ 10 μ groß, mit einem sehr zarten (meist aufgelösten), bis über 24 μ langen Stiel. Sie enthalten 8 zwei- bis dreireihig stehende, hyaline, längliche, oben abgerundete, unten etwas spitzere, 9 bis 12 ≍ 3 bis 4 μ große Sporen. Diese sind zweizellig. Die obere Zelle ist sehr groß und zeigt zwei bis mehr Öltröpfchen, die untere ist nur 1·5 bis 2 μ hoch und bildet eine kleine, oft kaum sichtbare Kappe, die meist leer erscheint, indessen manchmal wenig plasmatischen Inhalt zeigt. Man ersieht aus dieser Beschreibung, daß der Pilz mit *Diaporthe* verwandt ist, sich aber durch die sehr ungleich-zweizelligen Sporen, das ausgesprochene *Diatrype*-Stroma und die zylindrischen parallelen Perithecien davon unterscheidet.

Er stellt eine neue Gattung dar, die ich *Apioporthe* nenne.

Apioporthe v. H. n. G.

Stromata mit gut entwickeltem Stromagewebe, tief in der Rinde, dem Holzkörper aufsitzend entwickelt, *Diatrype*-artig, hervorbrechend. Perithecien aufrecht gestreckt, parallelstehend, mit Hälsen. Paraphysen fehlend. Nucleus *Euvalsa*-artig gebaut. Sporen hyalin, sehr ungleich zweizellig, untere Zelle klein.

Typusart: *Apioporthe anomala* (Peck) v. H.

Syn.: *Diatrype anomala* Peck 1876.
Cryptosporella anomala Saccardo 1882.
Cryptospora anomala Ellis et Everhart 1892.

1050. Über Sphaeria virgultorum Fries.

Der in Fries, Syst. myc., 1823, II. Bd., p. 351, und Kunze und Schmidt, Mycol. Hefte, 1823, II. Bd., p. 43, gut beschriebene Pilz wurde vom Autor in Summ. veget. scand., 1849, p. 384, zu *Hypoxylon* gestellt. Fuckel, Symb. myc., 1869, p. 223, stellte ihn zu *Dothidea*. Saccardo stellte ihn in der Syll. Fung., 1883, II. Bd., p. 636, zu *Plowrightia*. Karsten (Hedwigia, 1890, 29. Bd., p. 178) beließ ihn bei dieser Gattung und stellte die Var. *nana* auf *Betula nana* mit wenig größeren Sporen auf.

Das von Fuckel in den Fung. rhen. Nr. 1059 ausgegebene, sehr gut entwickelte Exemplar stimmt vollkommen zu Fries' Beschreibung und ist sicher richtig bestimmt. Das in Fries, Scler. suec. Nr. 2, ausgegebene Originalexemplar konnte ich nicht untersuchen.

Die Prüfung von Fuckel's Exemplar zeigte mir, daß der Pilz eine ganz typische *Apioporthe* v. H. ist, die der Typusart dieser Gattung auf *Corylus* in Nordamerika: *Apioporthe anomala* (Peck) v. H. nahesteht und *Apioporthe virgultorum* (Fries) v. H. genannt werden muß. In Fuckel's Exemplar sind die diatrypoiden Stromata 4 bis 10 *mm* lang und 2 *mm* breit, sitzen dem geschwärzten Holzkörper auf und brechen hervor. In jedem Stroma sitzen meist dicht parallel nebeneinander bis über 100 Perithecien, die bis 700 μ hoch und 350 μ breit sind und die bis 400 μ dicke, feste, schwarze Stromakruste mit ihren 300 bis 600 μ langen Hälsen durchsetzen. Das tief genabelte runde Ostiolum sitzt in einer schwarzen, glänzenden, runden,

300 μ breiten Scheibe, die auf der graulichen Stromaoberfläche flach sitzt. Die Perithecienhälse sind unten 120 μ dick und verdicken sich nach oben auf etwa 160 μ. Sie haben eine derbe eigene Wandung. Der Nucleus der Perithecien besteht nur aus zartwandigen Schläuchen, ohne Spur von Paraphysen und enthalten 8 Sporen, die $1\frac{1}{2}$ bis 2reihig stehen. Dieselben sind hyalin eiförmig-keulig, zweizellig und 10·5 bis 12 ≍ 5·5 μ groß. Die obere Zelle ist viel breiter und doppelt so lang als die untere.

1051. Über die auf Carpinus Betulus beschriebenen Diaporthe-Arten.

Nitschke's Einteilung der Gattung *Diaporthe* in die drei Untergattungen *Euporthe*, *Tetrastagon* und *Chorostate* entspricht nicht der wirklichen Verwandtschaft der Arten miteinander und ist daher eine unnatürliche. Es geht dies schon aus der einen Tatsache hervor, daß *D. (Euporthe) nigricolor* N. und *D. (Chorostate) syngenesia* Fr. derselbe Pilz sind (Fragm. z. Mykol., 1906, II. Mitt., Nr. 71).

Um allmählich zu einem richtigen System von *Diaporthe*-Arten zu gelangen, muß damit angefangen werden, die auf einer Nährpflanze oder auf einer Gruppe von nahe verwandten Nährpflanzen wachsenden *Diaporthe*-Arten vergleichend zu studieren. Auf manchen Gattungen von Holzpflanzen sind zahlreiche *Diaporthe*-Arten beschrieben worden, so auf *Acer* 25, auf *Carpinus* 9 usw. Dieses Studium wird zeigen, daß in Nitschke's System oft in verschiedenen Untergattungen stehende Arten nahe miteinander verwandt sind oder sogar zusammenfallen.

Das Studium der auf *Carpinus Betulus* beschriebenen Arten ergab folgendes:

1. *D.* (*Chorostate*) *Carpini* (Fr.), *D.* (*Euporthe*) *sordida* Nit. und *D.* (*Tetrastagon*) *minuta* Nit. sind sicher nahe miteinander verwandt, ja ich vermute, daß es nur verschieden und verschieden gut entwickelte Formen derselben Art sind. Dies zu entscheiden, reicht mein Material nicht hin. Bei allen drei Formen reichen die Perithecien stets mehr minder tief in den Holzkörper hinein. Die Sporen sind bei *Carpini*

mehr stäbchenförmig, 14 bis 17 ≍ 3·5 µ, bei *sordida* (13 bis 14 ≍ 3 bis 4 µ) und *minuta* (11 bis 12 ≍ 3 µ) mehr spindelförmig. Doch findet man bei *Carpini* auch einzelne spindelförmige kleine Sporen. Mir scheint *Carpini* die typische, best entwickelte Form zu sein. Damit mag zusammenhängen, daß *minuta* nur einmal (von Nitschke) und *sordida* nur sehr selten gefunden wurde, während *Carpini* häufig ist.

2. *D.* (*Chorostate*) *bitorulosa* (B. et Br.) Sacc., *D. carpinicola* Fuck. und *D.* (*Chorostate*) *Kunzeana* Sacc. sind zweifellos derselbe Pilz. Die Sporen sind bei allen bikonisch, in der Mitte stark eingeschnürt, 14 bis 19 ≍ 3·5 bis 5 µ groß. *D. carpinicola* wurde von Fuckel (Symb. mycol., 1873, II. Nachtr., p. 37) als *Tetrastagon* beschrieben. Allein schon Winter (Pilze Deutschlds., II. Bd., 1887, p. 631) sah am Originalexemplar (Fuckel, F. rhen. Nr. 2660), daß derselbe eine *Chorostate* ist.

Fuckel (l. c.) schreibt der *D. carpinicola* als Nebenfruchtform *Discosporium deplanatum* (Lib.) v. H. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. 1915, V. Bd., p. 197) zu. Desgleichen ist die angebliche Nebenfrucht von *Cryptospora bitorulosa* (B. et Br.) Niessl (die aber eine typische *Diaporthe* ist), welche Niessl erwähnt (Hedwigia, 1877, 16. Bd., p. 119) und in Rabenhorst, F. europ., Nr. 2243 *b*, ausgab, nach diesem Exemplar nichts anderes als *Discosporium deplanatum* (Lib.) v. H. (= *Fusicoccum Kunzeanum* Sacc.). Merkwürdigerweise hat auch Saccardo bei *Diaporthe Kunzeana* Sacc. dieselbe Nebenfrucht angegeben. Aber auch *Diaporthe Carpini* (P.) Fuckel hat nach Saccardo dieselbe Nebenfrucht, denn *Fusicoccum Carpini* Sacc. ist gleich *Discosporium deplanatum* (Lib.) v. H.

Alle diese Angaben von Fuckel, Niessl und Saccardo sind aber falsch und zeigen nur, wie häufig *Discosporium deplanatum* (Lib.) v. H. auf *Carpinus*-Zweigen ist, denn diese Form ist schon von Tulasne (Sel. Fung. Carp., 1863, II. Bd., p. 125, Taf. XXIV, Fig. 17) ganz richtig als Nebenfrucht von *Melanconis chrysostroma* (Fr.) beschrieben und abgebildet worden. Dieser Pilz hat zweierlei Conidien, hyaline und gefärbte.

Unter *Melanconis bitorulosa* (B. et Br.) verstehen Ellis und Everhart (North Americ. Pyren., 1892, p. 522) jedenfalls dieselbe *Diaporthe*, denn sie führen Rabenh., F. europ., Nr. 2243 [*Cryptospora bitorulosa* (B. et Br.) Niessl] an. Allein sie zitieren auch die Nummer 2421 derselben Sammlung, die falsch bestimmt ist und *Diaporthe decipiens* Sacc. enthält, woraus sich die widersprechenden Bemerkungen von Ellis und Everhart (l. c., p. 523) zum Teil erklären. (Das noch zitierte Exsikkat Sydow, Myc. march. Nr. 263, ist unverläßlich und enthält bei mir nur eine *Valsa*.)

3. *D.* (*Chorostate*) *decipiens* Sacc. habe ich im Original nicht gesehen, allein der in Rabenh., F. europ. Nr. 2421 [fälschlich sub *Cryptospora bitorulosa* (B. et Br.) Nss.] ausgegebene Pilz ist von *bitorulosa* verschieden und stimmt vollkommen zur Beschreibung von *D. decipiens* Sacc. Die Schläuche sind größer ($90 \asymp 13\,\mu$) und die Sporen nicht bikonisch, sondern länglich, fast zylindrisch, mit verschmälerten Enden und in der Mitte nur schwach eingeschnürt und viel größer (20 bis $26 \asymp 5$ bis $6 \cdot 5\,\mu$). Sie zeigen überdies an den Enden ein kurzes, halbkugeliges oder kappenförmiges, hyalines Anhängsel; ist daher eine eigene gute Art. Auch kommen stark eingeschnürte, bis $7\,\mu$ breite, aber nicht bikonische Sporen vor.

4. *D.* (*Chorostate*) *mucosa* Winter habe ich im Original nicht gesehen, allein der in Thümen, Mycoth. univers. Nr. 2063, sub *Cryptospora nigroannulata* Rehm mit der Synonymie: *Diaporthe nigroannulata* Kunze; *Valsaria bitorulosa* Cooke (non B. et Br.) ausgegebene Pilz stimmt mit der Beschreibung von *D. mucosa* so gut überein, daß ich ihn dafür halte. Die $17 \asymp 5\,\mu$ großen Sporen haben eine dicke, scharf begrenzte Schleimhülle und sind in der Mitte nur wenig oder nicht eingeschnürt. Ist eine unterscheidbare Form.

5. *D.* (*Chorostate*) *hyperopta* Nit. habe ich nicht gesehen und ist ungenügend beschrieben, entzieht sich daher meiner Beurteilung. Wahrscheinlich stellen die 9 beschriebenen *Diaporthe*-Formen auf *Carpinus* nur 4 bis 5 unterscheidbare Arten dar. Allein ich glaube, daß die Untersuchung sehr zahlreicher Aufsammlungen dieser Arten, die sich sicher einander nahe-

stehen, zeigen wird, daß sie durch Übergänge miteinander verbunden sind. Fand ich doch im Wienerwalde eine Form, die *Carpini-*, *bitorulosa-* und *mucosa*-Sporen in denselben Stromaten aufwies. Nur sehr reichliches Material kann hier Aufklärung bringen.

1052. Über Melanconis tiliacea Ellis.

Der Pilz wurde zuerst als *Diatrype tiliacea* Ellis beschrieben (Am. Nat., Febr. 1883, p. 195 [n. g.]) und erscheint als *Melanconis* in Ellis and Everhart, North Americ. Pyrenomyc. 1892, p. 524. Da Ellis und Everhart in North Am. Fg. Nr. 2522 und Fg. Columb. Nr. 35 unter dem Namen *Rabenhorstia tiliacea* E. et Ev. eine angebliche Pyknidenform des Pilzes ausgegeben haben, wurde der Pilz in der Syll. Fung. 1891, IX. Bd., p. 702, zu *Hercospora* gestellt.

Da der Pilz mehrfach ausgegeben ist: Ellis u. Everh., N. A. F. Nr. 5221 u. F. Col. Nr. 34, Rehm, Ascomyc. Nr. 1179, konnte ich mich von dem tatsächlichen Verhalte überzeugen.

Bei der Beurteilung der Stellung des Pilzes kommen nur die drei Gattungen *Hercospora, Melanconis* und *Diaporthe* in Betracht.

Die Untersuchung der als *Rabenhorstia tiliacea* ausgegebenen angeblichen Nebenfrucht des Pilzes zeigte mir, daß dieselbe nur aus einem ganz unreifen Entwicklungszustand der *Melanconis tiliacea* selbst besteht. An das Periderm schließt sich innen das unreife Stroma an, das aus einer 80—120 μ dicken, schwarzbraunen, parenchymatischen Grenzschichte besteht, die ein rundliches, 800 μ breites und 600 μ hohes Gebilde darstellt, in dessen Innern man Rindengewebsteile und ganz junge Zustände von Perithecien sieht. Die *Rabenhorstia tiliacea* existiert daher gar nicht. Daher liegt auch kein Grund vor, den Pilz als *Hercospora* zu betrachten.

Da ferner an dem Stroma der *Melanconis tiliacea* auch jede Andeutung einer Melanconiee fehlt, kann auch die Gattung *Melanconis* nicht in Betracht kommen, womit der Mangel an typischen Paraphysen übereinstimmt.

Hingegen paßt der Pilz seinem Bau nach ganz gut in die Gattung *Diaporthe*. Die dünnwandigen Perithecien sind

mit den sich leicht voneinander lösenden Schläuchen ganz ausgefüllt, nur zeigen sich zwischen den Asci Reste von Paraphysen. Indessen sind diese breit und sehr zartwandig, also Pseudoparaphysen, wie sie auch bei andern *Diaporthe*-Arten auftreten. Der Pilz ist daher eine großsporige *Diaporthe*.

Ich zweifle nicht daran, daß die auf *Tilia* in Europa und Nordamerika vorkommende Form von *Diaporthe furfuracea* (Fries) Sacc. (Syll. Fung., 1882, I. Bd., p. 618) mit *Melanconis tiliacea* identisch ist. Indessen ist *Sphaeria furfuracea* Fries (Systema mycol., 1823, p. 409) wohl eine Mischart und noch nicht sicher aufgeklärt; daher wird der in Rede stehende Pilz bis auf weiteres *Diaporthe tiliacea* (Ellis) v. H. zu nennen sein.

1053. Über Calospora occulta Fuckel.

Der in Fuckel, Symb. mycol., 1869, p. 190, beschriebene Pilz ist in den Fung. rhen. Nr. 2262 ausgegeben. Derselbe scheint in Europa nicht wieder gefunden worden, hingegen in Nordamerika häufiger zu sein, denn nach Rehm (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. [144]) ist *Melanconis apocrypta* Ellis 1883 (Ellis and Everhart, North Americ. Pyrenomycetes, 1892, p. 528) derselbe Pilz, der dreimal ausgegeben wurde, unter anderem auch in Rehm, Ascomycet. Nr. 1243. Der Pilz steht heute in der Gattung *Melanconis*, wohin er von Saccardo (Syll. Fung. 1882, I. Bd., p. 605) gestellt wurde. Indessen bemerkte schon Winter (Rabh. Krypt. Fl., I, 2, p. 783), daß ihm die Stellung des Pilzes zweifelhaft sei.

Weder Fuckel noch Winter und Ellis erwähnen Paraphysen, auch wird von diesen Autoren kein Stroma angegeben, von Winter sogar ein solches dem Pilze ausdrücklich abgesprochen.

Die Untersuchung meines ganz unreifen Originalexemplares von Fuckel und des etwas überreifen amerikanischen Exemplares in Rehm's Ascomyeten zeigte mir nun, daß Paraphysen vollkommen fehlen und daß die Asci relativ zartwandig und unten kurz zugespitzt sind, sich leicht ablösen und voneinander trennen. Schon das völlige Fehlen der Paraphysen zeigt, daß der Pilz keine *Melanconis* sein kann,

sondern eine *Diaporthe* ist, für welche auch das angegebene Verhalten der Asci spricht.

Die Angabe, daß ein Stroma völlig fehlt, ist falsch. Unter den Perithecien fehlt dasselbe zwar, hingegen ist es aber über denselben mächtig entwickelt. Unter dem Periderm und mit diesem fest verwachsen liegt eine etwa 100 μ dicke, aus violettkohligen, dünnwandigen, offenen Parenchymzellen bestehende Stromaschichte, mit deren Unterseite die bis 500 μ breiten, kugeligen, derbwandigen Perithecien verwachsen sind.

Die hypodermale Stromaschichte bricht in der Mitte durch das Periderm und bildet einen etwa 630 μ hohen und breiten Kegel, der oben eine 250 μ breite Mündungsscheibe zeigt, mit 1 bis 3 Mündungen. Beim Durchbruch des Periderms wird dieses häufig in zwei Schichten gespalten und dringt das Stromagewebe an der Basis des Kegels ringsum keilig in den Spalt ein.

Auffallend ist die 50 bis 80 μ dicke, aus zahlreichen violettkohligen, dünnwandigen, etwas zusammengepreßten, bis über 16 μ breiten und 6 μ dicken Parenchymzellen bestehende Perithecienmembran, deren äußere, 12 bis 20 μ dicke Schichte opak ist. Jedes Perithecium hat einen 630 μ langen und 40 bis 50 μ breiten Mündungshals, der den Stromakegel durchsetzt. Die bis $52 \asymp 16$ μ großen Sporen werden als gelblich, von Ellis sogar als schließlich braun angegeben, sie haben aber sogar an dem untersuchten, etwas überreifen Exemplar eine ganz hyaline Membran und wird nur der dichte plasmatische Inhalt derselben gelblich.

Aus dem Gesagten erhellt, daß der Pilz eine zwar eigenartige, aber in keinem wesentlichen Punkte von *Diaporthe* abweichende Form ist, die einen neuen Artnamen erhalten muß, da es schon eine *Diaporthe occulta* (Fuck.) N. gibt. Ich nenne den Pilz *Diaporthe abnormis* v. H.

1054. Über Valsa sorbicola Nitschke und die Diaporthe-Arten auf den Gattungen der mitteleuropäischen Pomaceen und auf Prunus.

Die Untersuchung des Originalexemplars (Fuckel, F. rhen. Nr. 1729) der in Fuckel, Symb. myc., 1869, p. 198, beschrie-

benen *Valsa sorbicola* Ntke. zeigte mir, daß der Pilz eine typische *Diaporthe* ist.

Schon Brefeld (Unters. Gesamtgeb. Mykol. 1891, X. Heft, p. 236) fand dies, was er aber als *Diaporthe sorbicola* (N.) beschreibt, ist nach der Abbildung Taf. VIII, Fig. 10, ein anderer Pilz.

Die *Diaporthe sorbicola* (Nke.) ist an dem kleinen, aber guten Originalexemplar bald *Chorostate,* bald *Tetrastaga*-artig ausgebildet und nähert sich sogar durch die manchmal halb in das Holz eingesenkten Perithecien *Euporthe,* zum Beweise, daß Nitschke's System der Gattung *Diaporthe* kaum haltbar ist, wie ich schon in Fragm. Nr. 71, II. Mitt., 1906 sagte.

Im *Tetrastaga*-Zustande bildet der Pilz längliche oder ganz unregelmäßige, ausgebreitete, 5 bis 6 *mm* lange, innen holzgelbe, durch eine schwarze Saumlinie seitlich scharf begrenzte Stromata, in denen die Perithecien ganz in der Rinde oder mit der Basis ins Holz wenig eindringend zerstreut oder in kleinen Gruppen stehen und jedes für sich oder gruppenweise mit den Schnäbeln hervorbrechen. Im *Chorostate*-Zustande sind kleine rundliche Stromata vorhanden. die sich sonst ebenso verhalten, aber 6 bis 22 valsoid gehäufte, monostiche Perithecien enthalten, die mit ihrem Schnabelbündel gemeinschaftlich hervorbrechen. Abgesehen von der nur seitlich entwickelten, unten fehlenden Saumschichte ist keine eigene Stromasubstanz zu sehen. Die Perithecien sind etwas niedergedrückt kugelig, bis 700 µ groß und haben einen 400 bis 700 µ langen, 80 µ dicken Schnabel, der oben manchmal bis 230 µ verdickt ist und einen 40 µ breiten Mündungskanal aufweist. Die Perithecien sind auch bei der *Chorostate*-Form nicht selten im unteren Drittel im Holze eingesenkt, meist aber ganz in der Rinde oder das Holz berührend. Die schön dunkelbraune Perithecienmembran ist ziemlich derb und meist undeutlich zellig. Die Schnäbel ragen außen nur wenig vor und bilden fast ohne Stromasubstanz die sehr verschieden große schwarze Scheibe. Paraphysen fehlen völlig. Die Asci sind sehr zartwandig, beidendig stumpflich, ohne Stiel 46 bis 56 ≍ 7 bis 8 µ groß und spindelig-keulig. Die 8 Sporen liegen meist zweireihig und sind länglich-spindelig, manchmal schwach

keulig oder fast zylindrisch, meist gerade, haben verschmälert abgerundete Enden und ein 2 bis 4-teiliges Plasma. Eine scharfe Querwand ist nicht zu sehen. Sie sind 10 bis 13 ≍ 2·5 bis 3 μ groß.

Die Mündungsscheiben sind unregelmäßig rundlich oder der Länge nach, nie der Quere nach gestreckt und von den aufgerichteten Peridermlappen umgeben. Fuckel sagt, daß der Pilz auf *Sorbus Aucuparia* wächst, dies ist aber, wie das Periderm zeigt, falsch, das Substrat ist gewiß *Sorbus Aria* oder eine nächst verwandte Art.

Mit *Diaporthe sorbicola* (Ntke.) v. H. non Brefeld ist identisch der in Allescher und Schnabl in F. bavar., Nr. 247, als *Diaporthe patria* Speg. auf *Sorbus Aria* ausgegebene Pilz, der hier auch meist in der *Chorostate*-Form vorhanden ist, doch stellenweise fast *Tetrastaga*-artig entwickelt ist. Die Sporen sind hier unwesentlich größer, 13 bis 18 ≍ 3 bis 3·5 μ, meist mit 4, die längeren auch mit 6 Öltröpfchen. Dementsprechend sind auch die Schläuche etwas länger, 56 bis 66 ≍ 7 bis 7·5 μ. Die Perithecienmembran ist blässer und weicher, weil der Pilz nicht so stark ausgereift ist. Zweifellos derselbe Pilz, den Brefeld als *Diaporthe sorbicola* (N.) in Kultur nahm und von welchem er einen Schlauch mit Sporen nicht ganz korrekt abbildete, ist in Krieger, Fung. sax. Nr. 1869, auf *Sorbus Aucuparia* unter dem Namen *Diaporthe sorbicola* (N.) Brefeld sehr gut entwickelt ausgegeben worden. Der gleiche Pilz findet sich auch in Tranzschel et Serebr., Myc. rossica, Nr. 222, unter demselben Namen auf *Sorbus Aucuparia* und schlecht entwickelt in Allesch. u. Schnabl, F. bav. Nr. 159, auf derselben Nährpflanze.

Dieser Pilz ist nun von *Diaporthe sorbicola* (N.) v. H. sicher verschieden und trotz der offenbar unrichtigen Beschreibung der *Diaporthe patria* Speg. (1881) in Michelia, 1881, II. Bd., p. 250, mit dieser Art, die auf *Sorbus Aucuparia* wächst, identisch. Es ist mir auch nicht zweifelhaft, daß *Diaporthe Aucupariae* Haszl. (1892, Syll. Fung., XVI. Bd., p. 544) und *Diaporthe Woroniniae* Jaczewski (1896, Syll. F., XVI, p. 544) derselbe Pilz sind. *Diaporthe patria* Speg. hat valsoid entwickelte, kegelige, an der rundlichen Basis

1·5 bis 3 *mm* breite Stromata, die seitlich von einer derben, schwarzen Saumschichte eingehüllt sind, sich unter dem Periderm ganz in der Rinde entwickeln und meist viele (4 bis 24) bis 830 μ große, kugelige Perithecien enthalten, die mit ihren bis 1·3 *mm* langen, 300 μ dicken, oben bis 360 μ verdickten schwarzen Schnäbeln gemeinsam hervorbrechen. Die schwarze, 1 bis 1·5 *mm* breite Scheibe, die nur aus den wenig vorstehenden Schnabelenden besteht, ist meist quergestreckt oder rundlich, nie der Länge nach gestreckt und von den aufgerichteten Peridermlappen umgeben. Die 40 μ dicke Perithecienmembran besteht aus sehr vielen Lagen von stark zusammengepreßten Zellen, die in der Flächenansicht undeutlich sind. Paraphysen fehlen. Die Schläuche sind zartwandig, spindelig-keulig, 60 bis 80 ≍ 10 bis 11 μ groß. Die hyalinen Sporen stehen $1^1/_2$- bis 2reihig, sind scharf- und gleich-zweizellig, länglich-elliptisch, in der Mitte meist nicht eingeschnürt, derbhäutig, meist ohne Öltropfen, manchmal mit vierteiligem Plasma. 14 bis 17 ≍ 4 bis 6 μ groß.

Es scheint, daß diese Art für *Sorbus Aucuparia* ebenso charakteristisch ist wie die *D. sorbicola* für *Sorbus Aria.*

Das Exemplar in Sydow, Myc. marchica Nr. 1731 ist nicht *D. patria* auf *Sorbus Aucuparia,* sondern *D. sorbicola* auf *S. Aria.*

Da die europäischen Pomaceengattungen und *Prunus* sowohl morphologisch als auch chemisch einander nahe verwandt sind, ist die Frage naheliegend, ob die *Diaporthe sorbicola* (N.) v. H. nicht auch auf anderen Pomaceen oder auf *Prunus* vorkommt und daher wiederholt beschrieben wurde, was um so wahrscheinlicher erscheint, als auf denselben nicht weniger als 32 *Diaporthe*-Arten beschrieben wurden, die gewiß lange nicht alle voneinander spezifisch verschieden sind. Weisen auch die Beschreibungen stets gewisse Unterschiede auf, so darf einmal auf die unterlaufenden Fehler, die eine große Rolle spielen, dann auf die große Veränderlichkeit der *Diaporthe*-Arten nicht vergessen werden, die sich nicht nur auf die Art des Wachstums, sondern auch auf die Größenverhältnisse erstreckt, die oft mit der Rindendicke zusammenhängen.

Daß *Diaporthe*-Arten von *Prunus* auf Pomaceen übergehen, zeigt die *D. oligocarpa* Ntke. auf *Prunus spinosa*, die von der *D. Feltgeni* Sacc. et S. var. *Cydoniae* Feltg. nicht verschieden ist (diese Sitzber., 115. Bd., Abt. I, p. 1252).

Vergleicht man nun die *D. oligocarpa* Ntke. in Krieger, F. sax. Nr. 629, mit der *D. Crataegi* Ntke. in Jacz., Kom., Tranzschel, F. ross. exs. Nr. 335, so findet man, daß die erstere nur die *Tetrastaga*-Form der zweiten ist. Beide sind zugleich von *D. sorbicola* (N.) nicht merklich verschieden. Auch die *D. Rehmi* Ntke. (auf *Sorbus? Aucuparia*) und *D. ambigua* Ntke. auf *Pirus communis*, die beide nur ein einziges Mal von Nitschke gefunden wurden, dürften nur Formen der erwähnten Arten sein.

Daß ferner *D. cydoniicola* Petrak (Ann. myc., 1915, XIII. Bd., p. 49) wieder von *D. ambigua* Ntke kaum verschieden sein wird, ist sehr wahrscheinlich. *D. aliena* Ell. et Ev. (Proc. Akad. nat. sc., Philadelphia, 1894, p. 142) auf *Crataegus* dürfte mit *D. fibrosa* (P.) nach der Beschreibung identisch sein.

Daß *Diaporthe parabolica* Fuckel (Symb. myc., 1869, p. 211) auf *Prunus spinosa* mit *D. Radula* Ntke. (Pyr. germ., 1870, p. 313) identisch ist, geht aus dem Exemplar in Rehm, Ascom. exs. Nr. 2038, hervor, von dem Rehm (Ann. myc., 1913, XI. Bd., p. 169) sagt, daß es vollkommen mit Fuckel's Originalexemplar übereinstimmt. Dasselbe stimmt nun aber auch mit der Beschreibung der *D. Radula* Ntke. ganz überein. *D. oligocarpa* Ntke. ist davon gewiß nicht verschieden. Ferner halte ich *D. Cerasi* Fuckel (Symb. myc., 1871, I. Nachtr., p. 319) nach dem Originalexemplar in F. rhen., Nr. 2341, nur für eine Form desselben Pilzes. Hier haben die Sporen an den Enden kleine Anhängsel, allein ganz gleiche Sporen treten auch bei Rehm's Exemplar der *D. parabolica* in Menge auf. Die *Diaporthe*-Arten haben die bisher übersehene Eigentümlichkeit, daß nicht nur die Art der Stromaausbildung außerordentlich wechselt, sondern auch die der Sporen. Ferner die, daß die Sporen auch im nicht ganz ausgereiften Zustande frei werden. Man findet daher in demselben Präparate in der Regel eine ganze Anzahl von sehr

verschieden großen und verschieden gestalteten Sporen und bald überwiegt die eine, bald die andere Sporenform. Oft erscheint im Präparate das Perithecium gut ausgereift, wo dies doch nicht der Fall ist. Da findet man dann stets einzelne Sporen, die sichtlich reifer und besser entwickelt sind und ganz anders aussehen als die große Masse der übrigen. Dieser Umstand in Verbindung mit der wechselnden Stromaentwicklung hat zur Aufstellung einer Unzahl von Scheinarten geführt.

Eine kritische Prüfung auf Grund genügenden Materials wird wahrscheinlich zeigen, daß daß *D. semiimmersa*, *parabolica*, *Radula*, *Rehmii*, *ambigua*, *oligocarpa*, *Cerasi*, *cydoniicola*, *Crataegi*, *sorbicola* nur Substrat-, Stroma- und Reifeformen derselben Art sind.

Heute ist es bei uns nicht mehr statthaft, neue *Diaporthe*-Arten nur auf Grund der Beschreibungen aufzustellen, ohne sorgfältige Vergleichung mit Originalexemplaren und Berücksichtigung der oben dargelegten Verhältnisse. Auch ist es ganz falsch, nur jene Arten vergleichend zu berücksichtigen, die auf der gleichen Nährgattung angegeben sind.

Wie trügerisch es ist, auf Grund von Beschreibungen neue Arten aufzustellen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man sichere Arten mit den Beschreibungen vergleicht.

Auf *Amelanchier canadensis* kommen zwei verschiedene *Diaporthe*-Arten vor, die in Ellis und Everhart, North. Am. Pyren., 1892, p. 432 und 433, beschrieben sind. Darnach hat *D. stictostoma* (Ell.) 55 ≍ 8 bis 9 μ große Schläuche und 11 bis 13 ≍ 4—4·5 μ große Sporen. Das Exemplar in Rehm, Ascomyc. exs. Nr. 1896, zeigt aber 66 bis 78 ≍ 7 bis 9 μ große Schläuche und 16 bis 20 ≍ 4 μ große Sporen. Offenbar rührt die Originalbeschreibung von schein- oder notreifen Exemplaren her. *Diaporthe tuberculosa* (Ell.) soll 75 ≍ 15 μ große Schläuche und 12 ≍ 5 bis 6 μ große Sporen haben, die leicht in ihre Hälften zerfallen (was sicher falsch ist), während mir das gut ausgereifte Exemplar in Ellis et Ev., F. columb. Nr. 633, 56 bis 75 ≍ 11 bis 13 μ große Schläuche und 16 bis 18 ≍ 7 bis 8 μ große Sporen zeigte. Letztere sind breit elliptisch, sehr dickwandig und

können nicht in zwei Hälften zerfallen. Hingegen zeigte mir das Exemplar in Rehm, Ascom. exs. Nr. 1987, 84—92 ≍ 10—13 μ große Schläuche und 12—15 ≍ 5·5—6·5 μ große Sporen, die meist zarthäutig sind. Dieses Exemplar ist aber nur scheinreif, was daran zu erkennen ist, daß die Sporenhäute nicht ganz scharf begrenzt sind und zwischen den durch Quetschen getrennten Schläuchen große ölartige Plasmatropfen herumschwimmen.

Ein großer Teil der aufgestellten *Diaporthe*-Arten beruht auf scheinreifen Exemplaren, wie sie zumeist gesammelt werden. Nach den gemachten Auseinandersetzungen zweifle ich nicht, daß auf den Pomaceen und *Prunus* nicht 32, sondern kaum ein Dutzend *Diaporthe*-Arten vorkommen.

Die Erhebung von *Chorostate* zu einer eigenen Gattung, wie dies neuerdings Traverso tat (Flora ital. crypt. Fungi, II. Bd., 1906, p. 190) ist ganz verfehlt. Die Einteilung der Gattung *Diaporthe* darf nicht auf die Ausbildungsart des Stromas geschehen.

Daß manche *Diaporthe*-Arten der Pomaceen auf mehr minder groben Fehlern beruhen, zeigt *Chorostate Sydowiana* Saccardo (Ann. myc., 1908, VI. Bd., p. 561) auf *Sorbus Aucuparia*, die nach dem Originalexemplar in Sydow, Mycoth. germanica, Nr. 688, nichts anderes ist als *Pseudovalsella thelebola* (Fries) v. H. (*Melanconis*) auf *Alnus*. Vergleicht man Saccardo's Beschreibung des Pilzes mit der Tulasne's, so erkennt man auch, wie unzutreffend sie ist. Die Art gehört zu den Diaportheen.

1055. Über die Diaporthe- und Phomopsis-Arten auf Robinia Pseudoacacia.

Auf *Robinia Pseudoacacia* werden vier *Diaporthe*-Arten und zwei *Phomopsis*-Formen angegeben. Im Folgenden wird nun der Nachweis geliefert, daß es nur eine *Diaporthe*- und daher auch nur eine *Phomopsis*-Art auf dieser Nährpflanze gibt.

1. *Diaporthe dolosa* Sacc. et Roumeg. (Revue myc., 1883, V. Bd., p. 234, Taf. 39, Fig. 5) wächst nach dem Originalexemplare in Roumeg., F. gall., exs. Nr. 2689, auf *Sambucus racemosa* und ist *Diaporthe spiculosa* (A. et S.).

2. *Diaporthe personata* (C. et E.) in Grevillea, VI. Bd., 1877, p. 9 ist nach Ellis und Everhart (North. Americ. Pyrenomyc. 1892, p. 423) von *Diaporthe oncostoma* (Duby) nicht verschieden.

3. *Diaporthe oncostoma* (Duby) Fuckel (Symb. myc., 1869, p. 205) und

4. *Diaporthe fasciculata* Nitschke (Pyrenomyc. germ. 1870, p. 247) sind derselbe Pilz. Vergleicht man die Beschreibungen beider Pilze miteinander, so findet man keinen greifbaren Unterschied.

D. fasciculata soll eine *Euporthe* sein. Allein schon Nitschke sagt, daß der Pilz auch völlig valseenartig, also als *Chorostate* wie *D. oncostoma* vorkommt. Ein Unterschied in den mikroskopischen Merkmalen ist nicht vorhanden. Bei beiden Formen greifen die Perithecien bis ins Holz hinein. Vergleicht man Fuckel's Originalexemplar von *D. oncostoma* mit den von Rehm (Ascomyc. exs. Nr. 1181 und 1181 b) und Krieger (F. saxon. Nr. 1075) und andern ausgegebenen Exemplaren von *D. fasciculata,* so sieht man, daß beide Pilze miteinander identisch sind. Daraus erklärt es sich nun, warum Fuckel die *D. fasciculata* niemals fand, obwohl dieselbe nach Nitschke eine der verbreitetsten Arten ist. Ferner, warum aus Nordamerika, der Heimat der Robinie, nur die *D. oncostoma* bekannt ist, während andererseits Rehm in seinem umfangreichen Exsikkatenwerk nur die *D. fasciculata* ausgab: Es sind eben beide Arten miteinander identisch und wurden bald für die eine, bald für die andere erklärt.

Der Pilz muß *D. oncostoma* (Duby) Fuckel 1869 heißen, da dies der ältere Name ist.

5. Daraus geht nun hervor, daß auf der Robinie auch nur eine (sehr variable) *Phomopsis*-Art existieren kann.

Phoma oncostoma Thüm.; *Phomopsis oncostoma* (Thüm.) v. H.; *Phoma pseudoacaciae* Sacc.; *Phomopsis pseudoacaciae* (Sacc.) v. H.; *Fusicoccum Farlowianum* Sacc. et Roumeg. und sehr wahrscheinlich auch *Cytispora abnormis* Berk. et C. [= *Phoma abnormis* (B. et C.) Sacc.]; *Sphaerocista Robiniae* Preuß (Linnaea, 1852, 25. Bd., p. 734) = *Phoma Robiniae* (Pr.) Sacc. sowie *Naemaspora Russelii* B. et C. [= *Myxo-*

sporium Russelii (B. et C.) Sacc. (Zeitschr. f. Gärungsphys., 1915, V. Bd., p. 202) stellen alle denselben Pilz vor, der bis auf weiteres *Phomopsis oncostoma* (Thüm.) v. H. zu nennen sein wird, da dies der älteste sichere Name sein dürfte.

1056. Über Diaporthe leiphaemia (Fr.) und Diaporthe dryophila Niessl.

Letztere Art soll sich nach Niessl in Rabenhorst, F. europ., Nr. 1941 (als *Cryptospora dryophila* N.), von der ersteren durch die Schlauchsporen und die Conidien unterscheiden. Letztere werden als spindelig, 16 bis 20 ≍ 3 μ groß beschrieben, während *Diaporthe leiphaemia* nach Tulasne (Sel. Fung. Carp., 1863, II. Bd., p. 198, Taf. XXIII, Fig. 18) 10 μ lange und 1 μ breite,, zylindrische Conidien haben soll, die aber nach seiner Abbildung nur sechsmal länger als breit sind. Nach Fuckel sind diese Conidien lanzettlich-zylindrisch, 10 ≍ 2 μ groß (Symb. myc., 1869, p. 194). Was die Schlauchsporen der beiden Pilze anlangt, bemerkt schon Winter (Pilze Deutschlands, II. Abt., 1887, p. 652) mit Recht, daß sie keinen Unterschied aufweisen. Äußerlich gleichen sich beide Pilze vollkommen.

Die vergleichende Untersuchung des Exemplars von *D. leiphaemia* in Krieger, F. sax. Nr. 1782, mit einem Exemplare von *D. dryophila* aus dem Wienerwalde zeigte mir nun, daß auch der Unterschied beider betreffend die Conidien hinfällig ist, daher beide Arten einfach zusammenfallen.

Bei *Diaporthe leiphaemia* tritt die zugehörige *Phomopsis* in zwei Formen auf, einmal isoliert, das heißt ohne Ascusstroma, und dann ein kegelförmiges, meist steril bleibendes Schlauchpilzstroma mantelförmig umkleidend, wie dies Tulasnes Fig. 15 l. c. sehr schön zeigt. Bei der letzteren Form treten der Conidien oben durch eine ringförmig sich um den Discus ziehende Spalte aus. Die isoliert bleibende Form ist meist sehr unregelmäßig und untypisch entwickelt, knollig, mit stark entwickeltem Stromagewebe und unregelmäßig gekammert. In Krieger's Exemplar enthalten diese isolierten *Phomopsis*-Formen, die meist in dichten Herden auftreten, nur fadenförmige, an einem Ende bogig gekrümmte, 20 ≍ 1 μ

große Conidien, wie sie bisher bei *D. leiphaemia* noch nicht beobachtet wurden.

Bei dem Exemplar aus dem Wienerwalde kam ebenfalls in dichten Herden ganz die gleiche *Phomopsis*-Form vor, aber mit länglich-spindeligen, bald 6 bis 8 ≍ 2, bald 8 bis 10 ≍ 2 μ großen Conidien vor, während in der Mantelform der *Phomopsis*, die genau so gebaut war, wie Tulasne's Fig. 15 zeigt, die Conidien 16 bis 22 ≍ 2 bis 3 μ groß und spindelig waren. Man ersieht daraus, daß die Form und Größe der Conidien bei der *D. dryophila* nicht konstant ist und neben den charakteristischen langen Conidien in anderen Stromaten auch solche Conidien vorkommen, die denen von *D. leiphaemia* entsprechen.

Cytispora quercina West. (Lambotte, Fl. myc. belge, III. Bd., 1880, p. 150) ist wahrscheinlich die kleinsporige Form der *Phomopsis*. Die langsporige Form ist *Fusicoccum quercinum* Sacc. 1881 = *Myxosporium Lanceola* Sacc. et Roumeg. 1884. Die Form mit den fädigen Conidien scheint nicht besonders beschrieben worden zu sein (Zeitschr. f. Gärungsphys. 1915, V. Bd., p. 201).

1057. Über Sphaeria apiculata Wallroth-Fuckel.

Der Pilz ist beschrieben in Fuckel, Symb. mycol., 1869, p. 115, und in F. rhen. Nr. 918 ausgegeben. Mein Exemplar dieser Nummer enthält ihn nicht, sondern nur *Diplodia salicina* Lév. und *Sclerophoma Salicis* Died. Auch Berlese (Icon. Fung., 1894, I. Bd., p. 146) fand ihn am Original nicht, sondern nur eine *Ascochyta*, welche wahrscheinlich die verkannte *Sclerophoma* sein wird. Hingegen fand ihn Winter (Pilze Deutschlds., II. Ascomyc., p. 589); er beschrieb ihn als zweifelhafte *Gnomonia*. In der Syll. Fung., 1883, II. Bd., p. 166, steht er als *Metasphaeria*. Später beschrieb Fuckel (l. c., p. 210) die *Diaporthe Spina*, die er in F. rhen. Nr. 2257 ausgab. Er stellt dazu eine »*Cytospora*«, die aber nach dem Original eine *Ceuthospora* ist und mit der *Diaporthe* nichts zu tun hat. Fuckel stellte diese zu *Euporthe*, allein schon Winter (l. c., p. 641) erwähnt, daß ein Stroma vollständig fehlt und nicht einmal eine Saumlinie vorhanden ist. Darnach ist die *Diaporthe Spina* eine *Gnomonia*. Winter übersah, daß

diese mit der *Gnomonia apiculata* (Wallr.-Fuck.) Wint. identisch ist. Mein Original der *Diaporthe Spina* ist ganz überreif. Hingegen ist das Exemplar in Krieger, F. sax. Nr. 139 gut entwickelt; es weicht von Winter's Beschreibung nur durch die ganz kurzen Perithecienschnäbel ab, die offenbar sehr in der Länge wechseln und in Fuckel's Exemplar besonders lang sind. Rehm (Ann. myc. 1909, VII. Bd., p. 404) erkannte die Zusammengehörigkeit der beiden Pilze und nannte die kurzschnäbelige Form, die in Rehm, Ascom, exs. Nr. 1845, sehr gut entwickelt ausgegeben ist. *Diaporthe Spina* Fuck. var. *apiculata* Wallr.

Die Untersuchung der Exemplare in Rehm und Krieger's Sammlungen zeigte mir nun, daß in der Tat beide Pilze miteinander identisch sind und der ganze Unterschied nur in der Schnabellänge besteht, die eine sehr wechselnde ist und daher nicht maßgebend ist.

In Rehm's Exemplar sind die Perithecien etwa 300 μ breit und ohne Schnabel 250 μ hoch. Der Schnabel ist etwa 120 μ lang und 60 bis 90 μ dick. Die Perithecienmembran ist 20 bis 30 μ dick und besteht aus etwa 5 bis 6 Lagen von violettschwarzen, etwas abgeflachten, 8 bis 14 μ großen, eckigen Parenchymzellen. Paraphysen fehlen völlig. Die Schläuche sind 42 bis 44 ≍ 8 μ groß. Die Sporen sind gerade oder etwas gekrümmt, stumpflich-spindelförmig, gleichzweizellig, nicht eingeschnürt und 15 bis 17 ≍ 2·6 bis 3 μ groß. Die Perithecien stehen zerstreut, ohne Spur von Stroma, stets einzeln und entwickeln sich 2 bis 3 Zellschichten tief unter der Epidermis.

Das Krieger'sche Exemplar zeigt etwas dickere Zweige und dementsprechend wenig größere Perithecien, welche 360 bis 400 μ breit sind und mehr flachgedrückt. Die Perithecienmembran ist auch 20 bis 30 μ dick, zeigt aber meist nur 3 bis 4 schwarzviolette Zellagen.

Der Pilz ist eine typische, meist kurzschnäbelige *Gnomonia* und muß *Gnomonia apiculata* (Wallr.-Fuck.) Winter genannt werden. Damit ist *Diaporthe Spina* Fuckel einfach synonym.

Namenverzeichnis.



Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

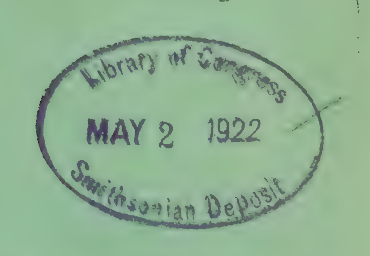
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 6. und 7. Heft

(Mit 3 Tafeln und 61 Textfiguren)



Wien, 1917

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei

In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 6. und 7. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Seite

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 6. und 7. Heft



Wacholderbeeren mit entblößten Samen

Von

Günther Ritter Beck v. Mannagetta und Lerchenau
k. M. K. Akad.

(Mit 31 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Mai 1917)

Die erste Angabe über offene Wacholderbeeren, deren Samen bloß liegen, dürfte Schnizlein[1] auf der Tafel *Cupressineae* seiner Ikonographie gegeben haben. Er zeichnet dort in Fig. 26 eine Frucht von *Juniperus communis* L., »bei welcher sich die drei saftigen Schuppen nicht schließen und die Samen bloß liegen« (siehe Fig. 1).

Kurz darauf, im Jahre 1844, beobachtete Trautvetter[2] dieselbe Erscheinung bei *Juniperus oblonga* M. B. und unterlegte ihr eine solche Bedeutung, daß er darauf eine neue Gattung »*Thuiaecarpus*« mit der Art *Th. juniperinus* begründete. Er gibt hiervon auf p. 12 folgende Beschreibung: »Squamae 3 exteriores basi squamis interioribus adnatae a medio liberae, vel saepius steriles. ...Planta habitu *J. communi* et *J. oxycedro* proxima, sed arcesthidae structura diversissima et generice ab affinibus distinguenda. Squamae fertiles arcesthidae tantum basi coalitae, a medio autem semper liberae, ita quidem, ut conspiciantur caryopses, quas arcesthida includit. Hinc arcesthida aperta, nec pericarpium spurium undique clausum sistens, media quasi inter fructus *Juniperi* et *Thujae*, ab illis recedens squamis liberis, ab his squamis demum carnoso-fungosis. In Tauriae horto Nikitensi .

[1] Schnizlein, Iconogr. fam., II (1843 bis 1870), Taf. *Cupressineae*.

[2] Trautvetter, Plant. imag., fasc. I—II (1844), p. 11, t. 6.

Man ersieht aus seinen Zeichnungen (siehe Fig. 2 bis 6), daß die Früchte zwei Wirtel von fleischigen Schuppen besitzen, die nur am Grunde miteinander verbunden sind, während ihre ausgehöhlten, oberen Teile auseinandertreten und zwei bis drei Samen bloßlegen. Der untere Wirtel wird mit zwei, der obere mit drei Schuppen gezeichnet. Es handelt sich somit um die gleiche Erscheinung, wie sie Schnizlein bei *Juniperus communis* beobachtet hatte.

Ledebour[1] hat zuerst über die von Trautvetter aufgestellte Gattung *Thuiaecarpus* ein Urteil abgegeben und

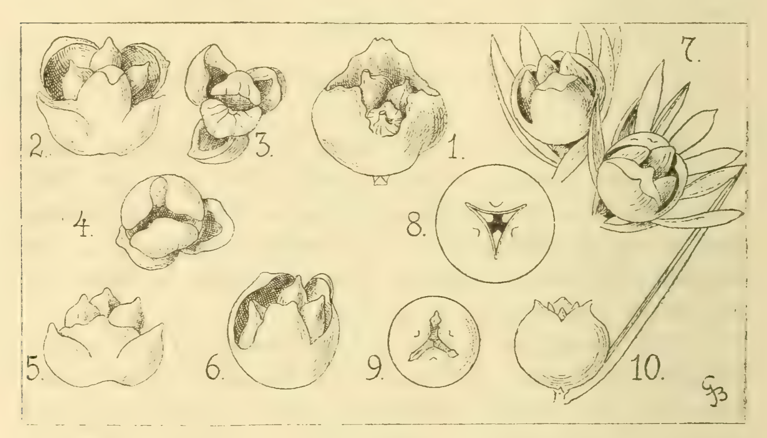


Fig. 1 bis 10.

Fig. 1. *Juniperus communis* L. (nach Schnizlein).
2 bis 6. *Thuiaecarpus juniperinus* Trautv. (nach Trautvetter).
7. *Juniperus sibirica* Burgsd. (nach Schröter).
8. *J. communis* L. (nach Kirchner, Löw und Schröter), Scheitelansicht.
9 und 10. *J. communis* L. von Pola, Scheitel- und Seitenansicht.
Alles ungefähr zweimal vergrößert.

aus ihr eine eigene Gruppe der Gattung *Juniperus* gebildet, welcher er die Diagnose: »squamulae gemmuliferae basi tantum coalitae, a medio semper (?) liberae« beifügt. In diese stellte er *Juniperus oblonga* M. B. ein, welche Wacholderart in den Kaukasusländern und in der Krim vorkommt.

[1] Ledebour, Flora Ross., III. 685 (1849 bis 1851).

Schon Ledebour war von der Beständigkeit des Merkmals der offenen Früchte nicht ganz überzeugt, da er, wie oben angeführt, diesem Merkmale ein ? zusetzte und p. 685 bemerkte: »*J. communi* valde affinis et forsan non diversa. In vivo diligentius observanda«.

Diese Form scheint in nachfolgender Zeit nicht wieder beobachtet worden zu sein: demnach entfiel auch ein Urteil über ihren systematischen Wert.

Erst Antoine erkennt im Jahre 1857[1] die Unhaltbarkeit der von Trautvetter beschriebenen Gattung und stellt »*Thuiaecarpus*« auf p. 24 nur als var. *monstrosa* zu *Juniperus oblonga* M. B. mit der Diagnose: »Squamae galbulum formantes vertice hiantes et hanc ob rem in fructu semina libra nudantes.« Ein nur in Steven's Herbar gegebener Name *Juniperus Hartwissiana* Steven wird noch als Synonym angefügt. Auch bildet er die Früchte auf t. XXXV in einer Scheitel- und Seitenansicht vergrößert ab. Auf p. 25 findet sich noch folgender Zusatz Antoine's: »Trautvetter hat die Varietät α. *monstrosa*, auf die divergierenden, oben nicht verwachsenen Fruchtschuppen und freiliegenden Samen basierend, zu einer eigenen Gattung »*Thuiaecarpus*« erhoben. Diese Divergenz der Fruchtschuppen erscheint jedoch bisweilen auch bei *Juniperus communis*, und zwar in der Weise, daß manchmal nur die Samenhälse die Schuppennähte überragen, oft aber selbst der halbe Same zutage liegt.«

Henkel und Hochstetter[2] stellen *Thuiaecarpus Juniperinus* Trautv. ebenfalls als Synonym zu *Juniperus oblonga* M. B., während Ascherson und Graebner[3] noch weiter gingen und auch *Juniperus oblonga* M. B. nach dem Vorgang Boissier's (in Fl. orient., V., 707) in die Formenreihe des *J. communis* verwiesen, und zwar als lusus *thyiocarpos* der var. *vulgaris* mit der Diagnose: »Schuppen zur Reifezeit in der oberen Hälfte (oder mehr) nicht verwachsen, daher

[1] Antoine, Die Cupressineengattung *Arceuthos*, *Juniperus* und *Sabina*. Wien, 1857.

[2] J. B. Henkel und W. Hochstetter, Synopsis der Nadelhölzer (1865).

[3] Ascherson und Graebner, Synopsis der mitteleurop. Flora, I. (1897), 245.

die Beerenzapfen an der Spitze offen, die Samen sichtbar unterschieden. Neu ist die Angabe, daß diese aberrante Fruchtform auch zum ersten Male in Deutschland: bei Heringsdorf (leg. A. Braun) beobachtet wurde und sie als wahrscheinlich weiter verbreitet angesehen wird.

Die nächsten neuen Mitteilungen über offene und abweichend gebaute Wacholderbeeren finden sich bei Antoine[1] im Jahre 1857, und zwar bei Arten der Sectio *Sabina* (= *Sabina* Antoine). Sie sind insofern besonders bemerkenswert, als hier die Durchbohrung des geschlossenen Fruchtfleisches durch Samen zuerst beobachtet wurde.

Antoine erwähnt p. 38 von *Juniperus flaccida* Schlecht. (= *Sabina flaccida* Ant.), daß die »Beerenzapfen manchmal von den Samen durchbohrt« seien, ferner sowohl von *J. mexicana* Schlecht. (= *Sabina mexicana* Ant.), p. 39, als auch von *J. tetragona* Schlecht. (= *Sabina tetragona* Ant.), p. 41, daß die Beeren öfters klaffende Nähte und offen hervorstehende Samen besitzen. Bei *J. isophyllos* C. Koch (= *Sabina isophyllos* Ant.) findet Antoine p. 49 den Beerenzapfen am Scheitel nicht selten von den Samenhälsen durchbohrt. Auch von *Juniperus sabinoides* Gris. (= *Sabina Grisebachii* Ant.) kennt Antoine, p. 61 mit kleinen Höckerchen besetzte, allerseits rauhe Beerenzapfen, die aber oft, weil die jüngeren Höcker der Fruchtschuppen gesondert sind, am Scheitel offen und durchwachsen erscheinen.

Die nächste Notiz über ähnliche Bildungen bei *Juniperus*-Beeren gibt F. L. v. Schlechtendal in einem Aufsatz über »abnorme Fruchtbildungen«.[2] Er erwähnt, »daß bei *Juniperus communis*, wo hinter jeder der obersten Schuppen ein bis zwei weibliche Blumen (= Samenanlagen d. V.) stehen, deren ursprünglich an der Spitze zwischen den drei Schuppen vorhandene Mündung sich manchmal nicht vollständig oder sogar sehr unvollständig schließe, so daß die flaschenhalsförmige Spitze der Früchte (richtiger der Samen, d. V.) lang aus ihr hervorsehen, wobei dann, wenn die scheinbare Spitze der Schuppe sich verdickt, diese obere Mündung drei Spitzen

[1] Antoine, l. c.

[2] In Botan. Zeit., XX (1862), p. 405 bis 406.

und drei stumpfe Körper alternierend hervortretend zeigt.«
Von Schlechtendal erwähnt weiter, daß diese Ausbildung durch das Fehlschlagen von Früchten (richtiger Samen, d. V.) und deren verschiedenes Hervortreten, sowie durch die verschiedenartige Ausbildung der Schuppenränder und Dorsalspitzen ein sehr verschiedenes Aussehen herbeiführen kann. »Auch bei *Juniperus sabina* kommt ein solches Offenbleiben und Hervortreten der Früchte (richtiger Samen, d. V.) vor, doch besteht hier der fleischige Körper aus mehr Schuppen, von denen die unteren stets steril zu sein scheinen.«

Weitere Angaben über offene Wacholderbeeren sind von Parlatore im Jahre 1868 niedergelegt worden.[1] Sie betreffen ebenfalls nur Arten aus der Sektion *Sabina*. P. 486 heißt es dort von *Juniperus procera* Hochst. et Schimp.: »Nuculas saepe vidi exsertas, ut frequenter occurrit in *Juniperis*.« P. 487 wird eine var. γ. *monstruosa* von *Juniperus phoenicea* L. mit der Diagnose: »nuculis partim exsertis« aufgestellt und hierzu als Synonym *J. phoenicea* v. fructibus spinosis Cosson in Bourg., Pl. Hisp. exs. anni 1850 gezogen. Sie wurde in Spanien in der Sierra de Segura von Bourgeau gesammelt und in Südfrankreich »prope Telonem« gesammelt im Herb. Webb von Parlatore eingesehen. Auch von *Juniperus tetragona* Schlecht. erwähnt Parlatore p. 492 »nuculae parvae interdum exsertae.«

Willkomm konnte im Jahre 1887[2] zwar keine neue Beobachtung über Wacholderfrüchte mit entblößten Samen berichten, erwähnt aber über Trautvetter's Funde in der Anmerkung auf p. 252 folgendes: »Daß dies in der Tat der Fall ist (er meint die Verwachsung der Zapfenschuppen d. V.) beweist eine am Kaukasus vorkommende Varietät oder richtiger Monstrosität des gemeinen Wacholders, bei welcher die drei oberen Fruchtblätter sich nicht über den Samen schließen, sondern offen bleiben, weshalb ein halbkugeliger, oben offener Fruchtkörper entsteht, in dessen Höhlung die drei Samen unverhüllt liegen.« Willkomm gab auch eine Abbildung einer solchen Frucht nach Schnizlein in Fig. XXXIII, 13.

---

[1] Parlatore in DC., Prodromus, XVI (1868).

[2] Willkomm, Forstliche Flora, 2. Aufl. (1887). p. 252.

Erst in neuester Zeit wurden wieder derartige Früchte bei *Juniperus*-Arten beobachtet, und zwar zuerst bei *Juniperus sibirica* Burgsdorf[1] und dann bei *J. sabina* L.

Schröter berichtet[2] über das Vorkommen einer *Juniperus communis* var. *nana* lus. *gymnosperma* im Puschlav in der Schweiz, die mit offenen Beeren, bei welchen die nackten Samen hervorschauen, beschrieben wird. In seinem »Pflanzenleben der Schweiz« (1908) hat Schröter diese Fruchtform auch in Fig. 27, 4 auf p. 93 abgebildet (siehe Fig. 7).

Brockmann-Jerosch[3] schreibt über sie: »Die f. *gymnosperma* Schröter mit offenen Beeren, welche bei der Art (*J. communis* 1. *thyiocarpa*) offenbar weit verbreitet ist, wurde zum ersten Male im Puschlav an zwei Orten gefunden und von Schröter mit dem erwähnten Namen belegt: unterhalb der Alpe Palü (Schröter); Motta calva bei 1860 *m* (Exemplare von diesem Standort sind bei Schröter, wie oben angegeben, abgebildet). Der Beobachter fügt noch in einer Anmerkung bei, daß Exemplare, welche unter den normalen Beerenzapfen einzelne offene besitzen, offenbar nicht selten seien, da er sie auf der Cancianoalp bei 2200 *m* und am Kalkbande der Alpe d'Ur bei 2250 *m* auffand.

---

[1] Dies der älteste, sichere Name für *J. nana* Willd., den der Verfasser schon in seiner Flora von Niederösterreich, p. 9 (1890) benützte. Im I. Bande von F. A. L. Burgsdorf's Anleitung zur sicheren Erziehung einheimischer und fremder Holzarten (Berlin, 1787) wird »*J. sibirica* (Lod.), der sibirische Wacholderbaum« auf p. 163 und 220 nur namentlich aufgeführt. Im II. Bande heißt es von ihm auf p. 124: »Immergrüner Strauch. Diese neue und in der Tat von allen übrigen durch die gekrümmten, breitgedrückten, stumpfen, unten silberfarbigen Nadeln abweichende Art habe ich von Loddiges erhalten«. Die Beschreibung Burgsdorf's ist vollends genügend und außerdem ist die Identität des sibirischen Wacholders (*J. sibirica* Burgsd.) mit dem Zwergwacholder (*J. nana* Willd.) dadurch festgelegt, daß Willdenow in seinen Species plant., IV., 854 (1806) *J. sibirica* Burgsd. ohne weitere Bemerkung zu den Synonymen seiner *J. nana* stellt. Freilich existiert noch eine *J. alpina* Hill, Brit. Herb., 511 (1756), nach Druce in The botan. exchange club, III./5 (1913), Report for 1913, p. 440, vice *J. nana* Willd., die noch aufzuklären ist, ob sie zu *J. sibirica* oder zu var. *intermedia* (Schur) Nym. der *J. communis* gehört.

[2] Schröter in Berichte der Schweizer bot. Ges., XIII (1903), 116, 117.

[3] H. Brockmann-Jerosch, Flora des Puschlav (1907), 58.

Eine schematische Abbildung dieser Form findet sich auch in Kirchner, Löw und Schröter, Lebensgeschichte,[1] bei der freilich die drei Fruchtschuppen nicht soweit auseinanderklappen, wie bei der Abbildung Schnizlein's (siehe Fig. 8). An gleicher Stelle (p. 302) wird auch erwähnt, daß die Fruchtschuppen nur einen Spalt offen lassen, hinter dem die Samen sichtbar sind.

Bei *Juniperus sabina* L. beobachtete ebenfalls Schröter im Wallis am Wege von Visp nach Visperterbinen zwischen 1000 und 1300 *m* zuerst eine var. *gymnosperma* und beschrieb sie in der genannten Lebensgeschichte[2] als eine Spielart mit offenen Beeren, bei der die Samen somit mehr minder vorragen. Die Abbildung 176, welche von dieser Fruchtform gegeben wird, zeigt aber eine ganz andere, für die Sektion *Sabina* charakteristische Ausbildung der Bloßlegung der Samen, da die fleischigen Zapfenschuppen völlig verwachsen sind und nur die Samenspitzen das geschlossene Fruchtfleisch gewissermaßen durchbohren (Fig. 23). Ein Auseinanderklaffen der Spitzen der Zapfenschuppen findet nicht statt. Diese Abweichung wurde nach Schröter auch von Brügger bei Trimmer in der Schweiz bereits im Jahre 1871 gesammelt.

Verfasser ist nun in der Lage, neue Beobachtungen über diese merkwürdigen Fruchtbildungen anfügen zu können, die er sowohl in der Natur machte, als auch bei der Durchsicht einiger Herbarien, insbesondere in dem reichen *Juniperus*-Material der kaiserlichen Sammlungen in Wien, feststellen konnte.

A. In der Sectio: *Sabina.*

Juniperus davurica Pall., am Amur von Maximowicz gesammelt, zeigt geschlossene Beeren, an denen aus zwei großen Löchern des Fruchtfleisches je ein Samenpaar zur Hälfte bloßgelegt ist (Fig. 11, 12). Parlatore hat das be-

[1] Kirchner, Löw und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, I, 1 (1908), p. 300, Fig. 136 *G*.

[2] A. a. O., I, 1 (1908), p. 332 bis 333.

treffende Exemplar im kaiserlichen Herbare zu Wien mit seinem Visum versehen, erwähnt aber dessen nicht.

Juniperus sabina L. var. *gymnosperma* Schröter fand der Verfasser prächtig ausgebildet auf einem Strauche, den er im August 1898 am Klek bei Ogulin in Kroatien sammelte. Die Beeren (Fig. 19 bis 22) zeigten nicht nur eine vollständige Verwachsung der fleischigen Deckschuppen, welche je zwei gekreuzte Paare von Samen einzeln durchbohren, sondern auch noch andere Gestaltung. Bei einem Teile der Früchte war das Fruchtfleisch becherförmig und enthielt zwei bis zur Hälfte bloßgelegte Samen nebeneinander (Fig. 22). Bei anderen Früchten war von dem unteren Samenpaare nur ein Same oder es waren von demselben beide Samen freigelegt, während an der Spitze der Frucht zwei Samen aus der Fruchthülle paarig herausblickten (Fig. 21).

Bei einer weiteren, als *Juniperus sabina* bestimmten Pflanze, die wahrscheinlich zu *J. thurifera* L. gehören dürfte und welche Willkomm in: Arragonia australis inter Setites, Pozondon et Celda (Willkomm, Iter hispan., II, nr. 466) sammelte, haben die meisten Früchte ein geschlossenes Fruchtfleisch, aus welchem an der Spitze der Beere je zwei Samenspitzen getrennt herausdrängen.

In Baenitz, Herb. Europ., nr. 5778 wurde ein als *Juniperus sabinoides* Gris. bestimmter, aber nur zu *J. sabina* L. gehöriger, von Czáto in Siebenbürgen: »in pascuis montanis lapidosis ad pagum Remete« im Juli 1887 gesammelter Wacholder ausgegeben, der ebenfalls zweierlei Früchte mit bloßgelegten Samen besitzt. Bei einem Teile der Früchte durchbohrten drei Paare von Samen, also sechs Samen, einzeln mit ihren Spitzen die kugelige, völlig geschlossene Fruchthülle, bei einem anderen schauten je zwei Paare von Samen aus je zwei Löchern des Fruchtfleisches hervor (Fig. 24—26).

Auch an einem Exemplare von *Juniperus sabinoides* Gris., das 1853 im Libanon gesammelt wurde, sah der Verfasser geschlossene Fruchthüllen, aus denen die zwei obersten Samen oder oft auch vier bis sechs Samen mit ihren Spitzen an die Oberfläche des Fruchtfleisches traten.

Am häufigsten scheinen bloßgelegte Samen bei den Früchten von *Juniperus excelsa* M. B. zu sein. Zahlreich sammelte solche Früchte A. Callier in der Krim am Berge Sokoll bei Sudak und gab sie in Callier, Iter taur. caucas. (1896), nr. 201 getrocknet aus. Es wiederholen sich bei dieser Art, die bei *J. sabina* beobachteten Fruchtformen (Fig. 13 bis 16, 18). Es finden sich Früchte vor, bei denen das vollkommen geschlossene Fruchtfleisch von mehreren bis zehn Samen, die fünf Samenpaaren angehörten, einzeln mehr minder weit durchbrochen wurde. Hierbei waren alle Übergänge zu verfolgen von Früchten, an denen die noch be-



Fig. 11 bis 18.

Fig. 11 und 12. *Juniperus davurica* Pall. vom Amur.
13 bis 18. *J. excelsa* M. B.; 13 bis 16, 18 aus der Krim, 17 vom Rhodope.
Alles ungefähr zweimal vergrößert.

deckten Spitzen der Samen das Fruchtfleisch höckerig emporwölbten, bis zu solchen, an denen die Samenspitzen mehr minder, manchmal fast bis zur Hälfte sichtbar waren. Außerdem fanden sich aber auch Früchte vor, bei denen die fleischigen Schuppen auseinanderklafften und in ihrer Vertiefung vier etwas gekrümmte und bis zu zwei Drittel bloßgelegte Samen trugen (Fig. 13). Bei einem Teile der letzteren hatte überdies noch ein Paar der Samen einzeln oder ein Doppelpaar von Samen das Fruchtfleisch durchbohrt (Fig. 14).

Aus Bulgarien: in montanis ad Ralkovo leg. Stiiberny 1893 sah der Verfasser Früchte der *J. excelsa* die an der Spitze von vier beisammenstehenden Samen durchbohrt waren.

Weitere Früchte mit mehr minder bloßgelegten Samen dieser Art sammelten Adamović 1906 im Rhodopegebirge (Fig. 17) und Th. Kotschy in »Tauri alpes Bulgar dagh (Iter cilic., 1853, nr. 414)«. Die Früchte zeigen bei den Exemplaren letzteren Standortes entweder nur die aus dem Fruchtfleisch heraustretenden Spitzen einzelner Samen oder es traten bei ihnen auch Samenpaare aus Rissen (?) des Fruchtfleisches hervor.

Geschlossene Beeren, die von den Samenspitzen durchbohrt wurden, zeigt hin und wieder auch *Juniperus foetidissima* Willd. Verfasser sah dies an Exemplaren, die Th. Kotschy am Bulgar dagh des Taurus (Iter cilic., 1853, nr. 413) und Adamović in Makedonien »in subalpinis montis Athos« im Jahre 1903 einsammelte.

Gleiches zeigen auch *Juniperus mexicana* Willd., wie bei den Exemplaren Pringle's Plant. Mexic. (1895), nr. 6298 und *J. tetragona* Schult. im Herb. Rauch (kaiserl. Herbar in Wien).

Auch bei *Juniperus phoenicea* L. scheinen Früchte mit bloßgelegten Samen nicht selten zu sein. An alten, um Montpellier gesammelten Pflanzen sah der Verfasser sechs bis sieben Doppelpaare von Samen, also sogar bis 14 Samenspitzen heraustreten (Fig. 31).

Porta und Rigo sammelten in Spanien (Regnum Murcicum prope Yeste, Iter hispan., III [1891], nr. 607) Exemplare mit normalen Früchten und zum Teil mit solchen, bei denen einige Samenspitzen etwas heraustraten. Schöne Belege für solche Früchte sammelte auch F. Sennen 1909 in »Aragonia Teruel, garigues de la Fuente Cerrada (Plant. d'Espagne, nr. 831)«. Sie boten kugelige, geschlossene Beeren, aus denen zwei bis viele Samen morgensternartig einzeln heraustraten (Fig. 27 bis 30). Dabei sind zwei- und dreigliedrige Wirtel von Samen zu beobachten. Sennen nannte diese auffällige Form *odontocarpa*.

B. In der Sectio: *Oxycedrus.*

Hier scheinen Beeren mit entblößten Samen viel seltener zu sein.

Von *Juniperus communis* L. sammelte Baenitz im Kaiserwalde von Pola in Südistrien Belege, deren Fruchtspitzen in einem dreiteiligen Spalt die drei Samen mehr minder entblößt erblicken ließen (Fig. 9, 10).

Verfasser sah auch von *Juniperus macrocarpa* Sibth. Sm. auf den Höhen bei La Mortola in der Riviera von Schneider gesammelte Pflanzen mit Früchten, bei denen die Spitzen von ein bis zwei getrennten Samen von außen wahrnehmbar waren. Es schien aber Raupenfraß die Ursache dieser Gestaltung zu sein, was hin und wieder vorzukommen scheint. So sammelte Grisebach in Makedonien Früchte von *J. oxycedrus*, bei denen das Fruchtfleisch der Beeren durch Fraß vollkommen entfernt ist, so daß die Samen samt ihren Harzblasen ganz frei liegen. Grisebach hat diesen Exemplaren im kaiserl. Herbar in Wien eine sehr instruktive Zeichnung beigelegt, aber in seinen Publikationen nichts davon erwähnt, offenbar weil er die Ursache dieser auffälligen Erscheinung erkannt hatte.

Man kennt somit bei folgenden *Juniperus*-Arten Beeren mit mehr minder entblößten Samen (= formae *gymnospermae*).

Sect. *Sabina.*

J. davurica Pall. (Beck 1917).
J. sabina L.: f. *gymnosperma* Schroet. (? Schlechtendal 1862, Schröter 1908, Beck 1917).
J. sabinoides Griseb. (Antoine 1857, Beck 1917).
J. excelsa M. B. (Beck 1917).
(*J. isophyllos* C. Koch [Antoine 1857]).
J. foetidissima Willd. (Beck 1917).
J. procera Hochst. et Schimp. (Parlatore 1868).
J. phoenicea L.: f. *monstruosa* Parl., *odontocarpa* F. Sennen (Parlatore 1868, F. Sennen 1909, Beck 1917).
J. thurifera L.? (Beck 1917).
J. mexicana Schiede (Antoine 1857, Beck 1917).

J. tetragona Schlecht. (Parlatore 1868, Beck 1917).
J. flaccida Schlecht. (Antoine 1857).

Sect. *Oxycedrus.*

J. macrocarpa Sibth. Sm. ? (Beck 1917).
J. communis L. (Schnizlein 1843, Antoine 1857, Schlechtendal 1862, Ascherson und Graebner 1897, Beck 1917).
(*J. oblonga* M. Bieb., f. *monstrosa* Ant. = *thyiocarpos* Asch. Graebn. Trautvetter, 1844).
J. sibirica Burgsdorf, f. *gymnosperma* (Schröter) (Schröter 1903).

Nach den gegebenen Beschreibungen und Abbildungen lassen sich zwei Typen von Wacholderbeeren mit bloßgelegten Samen unterscheiden.

1. Bei der Sektion *Oxycedrus* verschmelzen die drei oberen, den drei Samenanlagen zunächst stehenden und mit diesen alternierenden Schuppen des Zapfens nicht oder nur zum Teile, treten auseinander und legen den dreigliedrigen Samenwirtel mehr minder frei.

Beispiele: *J. communis* L. und seine Formen: *J. oblonga* M. B., *J. sibirica* Burgsd., ? *J. macrocarpa* Sibth. Sm. — (Fig. 1 bis 10).

Hierbei kann der untere Schuppenwirtel wie gewöhnlich völlig mit dem oberen verwachsen sein oder ebenfalls abstehen und mehr minder frei werden wie bei *J. communis* var. *oblonga* (Fig. 2, 4).

2. Bei der Sektion *Sabina*:

Die fleischigen Zapfenschuppen sind völlig miteinander durch alle Wirtel hindurch verschmolzen und die Samen durchbrechen mit ihren Spitzen oder oberen Hälften, oft sogar bis zu zwei Drittel das Fruchtfleisch in Löchern, welche dem Querschnitt der Samen entsprechen (Fig. 11 bis 31).

Es kommen hierbei aber fünferlei Modifikationen vor:

a) Jeder Same für sich durchbohrt einzeln das Fruchtfleisch, so bei *J. sabina* L., *J. sabinoides* Gris., *J. excelsa* M. B.

(*J. isophyllos* C. Koch), *J. foetidissima* Willd., *J. phoenicea* L., *J. mexicana* Schiede, *J. tetragona* Schlecht., *J. flaccida* Schlecht. — (Fig. 15, 16, 18 bis 20, 23, 24, 27 bis 30).

b) Die Samen treten paarweise aus einem gemeinsamen Loche des Fruchtfleisches hervor, wie bei *J. davurica* Pall., *J. sabina* L., *J. excelsa* M. B., *J. phoenicea* L. — (Fig. 11, 12, 22, 25, 26).

c) Die Samen treten im oberen Teile der Beere zu vier gemeinschaftlich heraus. *J. excelsa* M. B., *J. phoenicea* L.

d) Fall *a* und *b* kombinieren sich bei: *J. sabina* L., *J. sabinoides* Gris., *J. excelsa* M. B. — (Fig. 17, 21).

e) Fall *c* kombiniert sich mit *a* und *b* bei *Juniperus excelsa* M. B., *J. phoenicea* L. — (Fig. 13, 14, 31).

Um die Ursachen, welche das Zustandekommen derartig gestalteter Wacholderbeeren bewirken, näher zu erörtern, ist vor allem die Deutung des weiblichen Zäpfchens von *Juniperus* sicher zu stellen. Diese ist aber bekanntlich recht strittig.[1]

Prüft man aber die genannte Literatur und die gegebenen Tatsachen im Leben nach, so kann nach des Verfassers Ansicht kein Zweifel bestehen. Bei *Juniperus* sind die Samenanlagen ganze umgewandelte Blätter und stehen niemals einzeln in den Winkeln und in der Mediane der Zapfenschuppen, sondern mit ihnen alternierend. Sie sind daher mit diesen nicht genetisch verbunden, daher die Zapfenschuppen auch keine Fruchtblätter. Bei der Sektion *Oxycedrus* bilden die drei Samenanlagen des weiblichen Zäpfchens den letzten und obersten, mit dem letzten dreigliedrigen Schuppenwirtel alternierenden Wirtel. Sind mehr als drei Samenanlagen (Samen) vorhanden — es kommen vier bis sechs vor —, so ist noch

[1] Vergleiche: B. Kubart, Die weibliche Blüte von *Juniperus communis* in diesen Sitzungsberichten, CXIV (1905), 499. — A. Bayer, Zur Bedeutung der weiblichen Blüte der Cupressineen in Beih. des Botan. Centralbl., XXIII (1907), Abt. 1, 27. — Renner, Über die weibliche Blüte von *Juniperus* in Flora, XCVII (1907), 421. — A. Modry, Beiträge zur Morphologie der Kupressineenblüte in Jahresber. der k. k. Staatsrealschule in Wien, III. Bez., (1909).

ein zweiter Wirtel von Samenanlagen (Samen) vorhanden, der mit dem unteren Samenanlagen-(Samen-)wirtel abwechselt und mehr minder ausgebildet ist, d. h. ein bis drei Samenanlagen (Samen) enthält.

Anders bei der Sektion *Sabina*. Hier stehen die Samenanlagen (Samen), deren Zahl bis 14 im Zäpfchen betragen kann, stets paarig in der Achsel einer Zapfenschuppe, aber stets dekussiert zu der sie stützenden Zapfenschuppe; die Zapfenschuppen selbst sind wieder kreuzständig angeordnet. Die Samenanlagen (Samen) sind hier als gegenständige, umgewandelte Blätter einer sekundären Achse des weiblichen

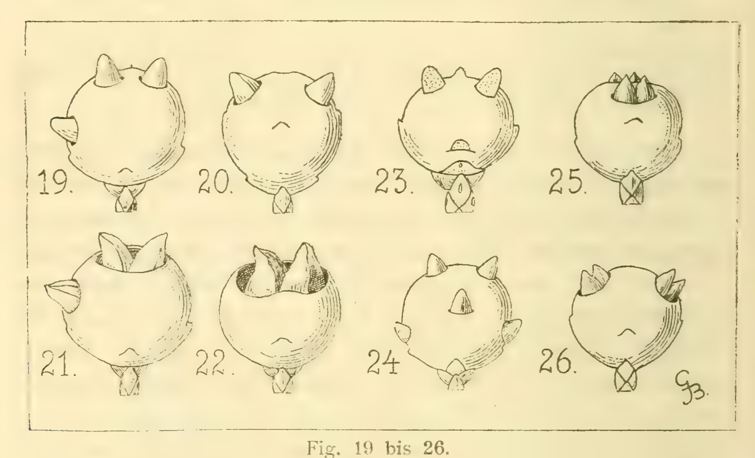


Fig. 19 bis 26.
Juniperus sabina L.
Fig. 19 bis 22 vom Klek in Kroatien,
23 f. *gymnosperma* Schröter (nach Schröter), aus der Schweiz;
24 bis 26 aus Siebenbürgen. Alles etwa zweimal vergrößert.

Zäpfchens aufzufassen. Wird nur ein Same im Winkel einer Zapfenschuppe ausgebildet, so ist eine Samenanlage unbefruchtet geblieben; werden vier Samen an der Spitze der Beere im scheinbaren Wirtel gebildet, so sind alle vier Samenanlagen des obersten Schuppenpaares befruchtet worden und bilden scheinbar einen komplexen, viergliedrigen Wirtel über dem obersten Schuppenpaar. Sind dreigliedrige Wirtel von Schuppen im Beerenzapfen vorhanden, wie es bei *J. phoenicea* L. und *J. virginica* L. öfters vorkommt, so stützt jede Schuppe

dieses Wirtels je zwei Samenanlagen (Samen). Im Beerenzapfen sind oft sechs Schuppenpaare vereint, von denen nur das unterste unfruchtbar, d. h. ohne Samenanlagen ist, während alle anderen Schuppen je ein Samenanlagen- (Samen)-paar wie bei der Gattung *Thuia* umschließen.

Ist diese Deutung, welche dem Verfasser als eine der einfachsten erscheint, richtig, so ergibt sich an der Wacholderbeere von selbst eine Scheidung zwischen fertilen Blättern (Samenanlagen, die sich zu Samen entwickeln) und sterilen Zapfenschuppen, die sich nur an dem Zustandekommen eines sekundären Anpassungsmerkmals, nämlich an der Bildung des

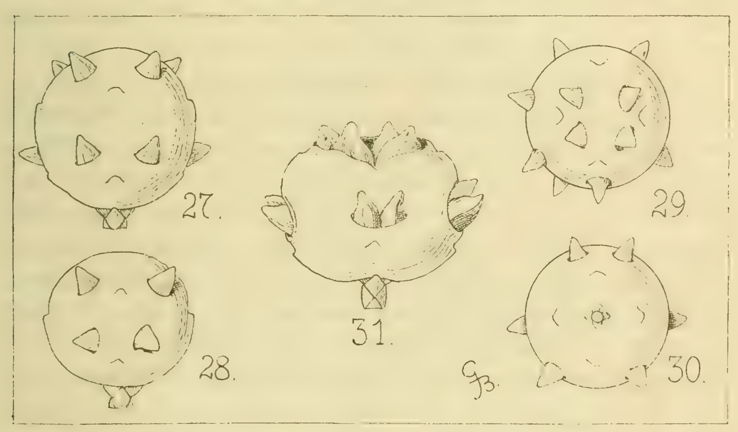


Fig. 27 bis 31.

Juniperus phoenicea L.

Fig. 27 bis 30 f. *odontocarpa* F. Sennen aus Aragonien; 31 von Montpellier. 29 von oben, 30 von unten gesehen. Alles ungefähr zweimal vergrößert.

Fruchtfleisches beteiligen. Sicher ist die Ausreifung der Samen die primäre und wichtigere Aufgabe der weiblichen Zäpfchen. Die befruchteten Samenanlagen vergrößern sich demnach auch sehr rasch und eilen im Wachstum den Schuppen voran. Die Zapfenschuppen aber folgen in ihrer Vergrößerung langsam nach und zeigen erst spät Qualitätsänderungen. Nur so kann das ungleiche Hervorschauen der Samen, beziehungsweise die ungleich hohe Umwallung der Samen und die ungleiche Verschmelzung der Zapfenschuppen auf demselben Pflanzenindividuum erklärt werden.

Haben aber die jungen Samen ihre definitive Größe durch die Ausbildung der festen Samenschale erreicht, so können die Zapfenschuppen zwar noch im Wachstum folgen, aber nur dann die Samen einhüllen, wenn die nötige Entwicklungszeit und die erforderlichen Baustoffe für sie vorhanden sind. An ersterer dürfte es kaum fehlen, da die Entwicklung der Beeren ja langsam vor sich geht und die chemischen Veränderungen in den Zapfenschuppen erst im nächsten Frühjahr erfolgen. Anders aber stellt sich die Frage nach dem Vorhandensein der nötigen Baustoffe für ihr Wachstum. Es ist leicht denkbar, daß die Baumaterialien zur Vergrößerung der Zapfenschuppen besonders in den Beeren der Wacholderarten aus der Sektion *Sabina,* in denen gewöhnlich viel mehr Samen erzeugt werden als bei jenen der Sektion *Oxycedrus,* bald zur Erschöpfung gelangen. Das würde die Häufigkeit der Beeren mit entblößten oder besser mit nicht umhüllten Samen in der Sektion *Sabina,* andernteils das seltene Vorkommen solcher Früchte bei der Sektion *Oxycedrus* begründen können, bei welch letzterer die geringe Anzahl der Samen ein gleichmäßigeres Wachstum beider Organe des Zäpfchens, nämlich der heranreifenden Samen und der Zapfenschuppen durch die vorhandenen Nährstoffe begünstigen würde. Es hat dies auch deswegen viele Wahrscheinlichkeit für sich, weil auch bei den Arten der Sektion *Sabina,* welche nur wenige oder nur ein bis zwei Samen im Beerenzapfen besitzen, offene Wacholderbeeren oder solche mit entblößten Samen noch nicht beobachtet worden sind.

Das den Samen nachfolgende Wachstum kann auch bei den heranreifenden Beerenzapfen leicht beobachtet werden. Die zur Blütezeit stets offen abstehenden Zapfenschuppen vergrößern sich immer erst nach vollzogener Befruchtung und beginnen dann erst die deutlichen Samen zu umgreifen und zu umhüllen.

Diese, den Schuppen voraneilende Entwicklung der Samen führt bei der Sektion *Sabina,* bei welcher eine innigere Verbindung der Zapfenschuppen stattfindet, zu einer scheinbaren Durchbohrung des Fruchtfleisches, bei der Sektion *Oxycedrus* aber zu einem Auseinanderklaffen der Spitzen der unter den

Samen stehenden Schuppen, denen die Möglichkeit, sich über den Samen zu schließen, benommen wurde.

Bei den von Trautvetter an *Juniperus oblonga* M. B. beobachteten Fruchtformen mit entblößten Samen, die durchwegs mehr abstehende und zum Teil freie Schuppen zeigen, muß wohl auch die mangelnde Verwachsung der Schuppen zur Erklärung herangezogen werden.

Ergebnisse:

1. Einzelne Pflanzenindividuen der meisten *Juniperus*-Arten bilden Früchte mit entblößten Samen aus. Nur selten kommen letztere auch unter normalen Früchten vor.

2. Bei den Arten der Sektion *Oxycedrus* erfolgt die Entblößung der Samen durch das Auseinanderklaffen der Spitzen der drei unter den Samen stehenden Schuppen, seltener durch das Unterbleiben oder den geringeren Grad der Verwachsung dieser Schuppen.

3. Bei den Arten der Sektion *Sabina* wird das von den verwachsenen Schuppen gebildete Fruchtfleisch der Beere von den Samen einzeln durchbohrt oder es treten die Samen paarweise oder in einem Doppelpaare aus gemeinschaftlichem Loche des Fruchtfleisches mehr minder weit heraus. Oft kombinieren sich diese Fälle.

4. Wahrscheinlich ist das ungleiche Wachstum zwischen Samen und Beerenschuppen die Ursache dieser Erscheinung. Die befruchteten Samen nehmen die Nährstoffe für sich in Anspruch und wachsen so schnell zur definitiven Größe heran, daß die das Fruchtfleisch bildenden Schuppen im Wachstum nicht nachfolgen können. Das Fruchtfleisch wird daher bei der Sektion *Sabina* scheinbar von den Samen durchbohrt, während bei der Sektion *Oxycedrus* die Spitzen des obersten Schuppenwirtels nicht mehr geschlossen werden können, mehr minder auseinanderklaffen und die Samen bloßlegen. Doch muß bei letztgenannter Sektion auch die mangelnde Verwachsung der Schuppen zur Erklärung herangezogen werden.

Die Tonalitgneise des Langtauferertales

Von

Wilhelm Hammer und Franz Schubert

(Mit 1 Tafel und 12 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. April 1917)

Vorbemerkung.

In der Literatur finden die Tonalitgneise des Langtauferertales (und zwar ausschließlich der Klopaierspitzkette) zum erstenmal Erwähnung in G. Stache und C. John, Geologische und petrographische Beiträge zur Kenntnis der älteren Eruptiv- und Massengesteine der Mittel- und Ostalpen, I. Teil, Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1877. Die Beschreibung und der Versuch einer Gliederung werden daselbst lediglich auf Grund makroskopischer Merkmale vorgenommen.

Die Auffindung der Tonalitgneise der Hennesiegelspitzen erfolgte gelegentlich der Aufnahme der Kartenblätter 18 III, SW und SO, in den Jahren 1908 bis 1912 durch W. Hammer. Derselben entstammen auch das beigegebene Kärtchen und der Großteil der angefügten Profile.

Gefördert durch eine Subvention der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften, wofür an dieser Stelle der sehr ergebene Dank ausgesprochen sei, unternahm F. Schubert, von W. Hammer freundlichst eingeführt, im Sommer 1913 die Begehung der wichtigsten Profile der beiden Tonalitmassen behufs Feststellung der feineren Züge des Aufbaues. An reichem Materiale wurde die unten niedergelegte mikroskopische Untersuchung durchgeführt.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse diskutierte W. Hammer.

Auftreten und Gliederung.

Von der Reschener Wasserscheide im Westen und der rasch ansteigenden Sohle des Langtauferer Tales im Süden erhebt sich das Gebirge mit steilem Fuße erst zu den »Böden«, über welchen in ostnordöstlicher Richtung die Gipfelkette des Klopaier- und Plamorderspitz, des Mathaun- und Schafkopfs und schließlich der Nauderer und Glockhauser Hennesiegelspitzen aufragt. Namentlich im westlichen Teile drängen sich weite, mit Blockmoränen erfüllte Karnischen gegen den Grat und schneiden aus den Hängen vorwiegend nordwest—südöstlich gestreckte Scheidekämme.

In tektonischer Beziehung besteht das erörterte Gebiet aus einem System isoklinaler Schichten mit ostnordöstlichem bis nordöstlichem Streichen und meist steilem Fallen nach N.

Das herrschende Gestein sind Schiefergneise, Biotit- und Zweiglimmergneise mit saurem Plagioklas als ausschließlichem Feldspat. Diese offenbar sedimentogenen Gneise treten in zwei gut unterscheidbaren Fazies auf. Die Hauptmasse derselben ist hochkrystallin mit großen Biotitschüppchen auf den Spaltflächen und am Querbruch körnelig vortretenden hellen Gemengteilen. Granat, auch Staurolith und Zyanit treten nicht selten akzessorisch auf, manche Lagen an den Südhängen der Hennesiegelspitzen führen Graphit. Ein Zurücktreten des Glimmers verursacht stellenweise auffallend lichte Färbung. Im Gegensatze hiezu stehen feinschuppige, glimmerreiche, schokoladebraune Gneise, in welchen die genannten Akzessorien fehlen.

In die Paragneise konkordant eingeschaltet sind zwei Lagermassen von Tonalitgneis. Die westliche der Klopaierspitzkette (Fig. 1—6) erhebt sich mit auffallend stumpfem Ende mauerartig über die Böden der Bergkastelalpe, bildet Wände und Zinnen des Klopaier- und Plamorderspitz und endet nördlich des Mathaunkopfs. Bei 4 *km* Längserstreckung beträgt die im Verhältnis hiezu ansehnliche »Mächtigkeit« 2 *km*. Nicht in unmittelbarer Fortsetzung, nördlich des »Unteren Sattels«, setzt das schmälere, östliche Lager ein (Fig. 7—12, Bezeichnungen wie bei Fig. 1—6) — bei $4^1/_2$ *km* Länge etwa 400 *m* »mächtig«. Es zieht quer über den Südgrat des Nauderer

Hennesiegels, steigt östlich des Radurschel Schartls zum Hauptkamm empor und endet in den Glockhauser Hennesiegelspitzen.

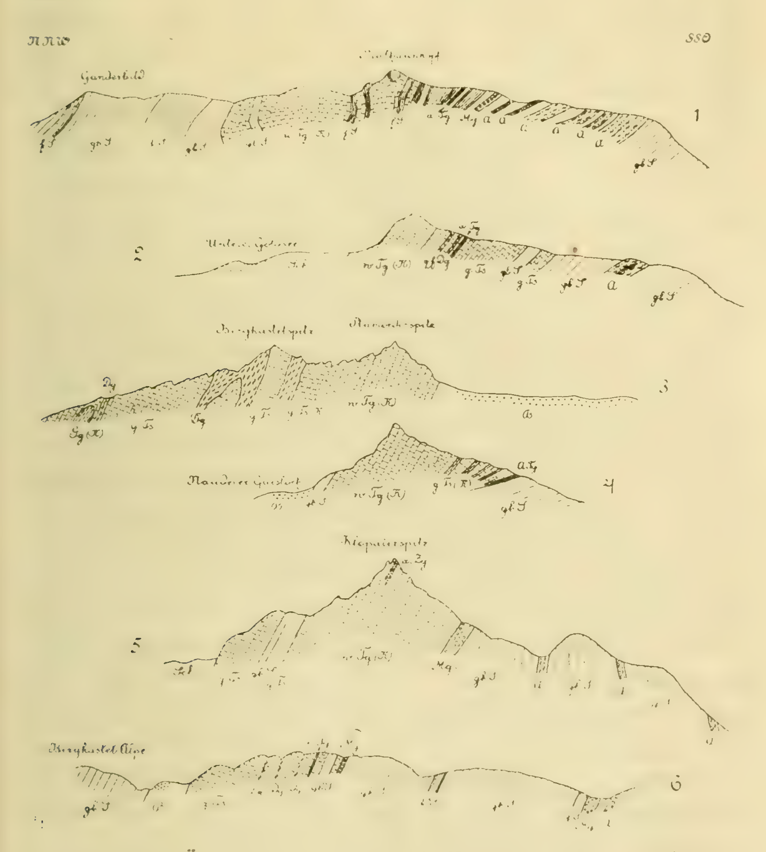


Fig. 1 bis 6. Übersichtsprofile durch die Klopaierspitzkette (1 : 40.400). *Tg* = Tonalitgneis, *Ts* = Tonalitschiefer, *a. Tg* = amphibolitähnlicher Tonalitgneis, *Dg* = Dioritgneis, *A Tg* = Albittonalitgneis, *qf Tg* = quarzfreier Tonalitgneis; *A* = Amphibolit, *Gg* = Biotitgranitgneis, *Mg* = Muskowitgranitgneis; *gbS* und *fS* = grobkrystalliner und feinschuppiger Schiefergneis, *qS* = quarzreiche Lagen in ersterem, *a. Zg* = aplitähnlicher Zweiglimmergneis, *Q* = Quarzgänge; *B* = Blockmoränen, *S* = Schutthalden. Ein vorgesetztes *w* oder *g* bezieht sich auf die helle (»weiße«) oder graue Färbung des Gesteins, ein nachgesetztes (*K*) oder (*k*) gibt merkliche bis spurenweise Mengen von Kalifeldspat an.

Die Geschlossenheit beider Lager wird durch eingreifende Zonen von Schiefergneis, sowie durch außerhalb der Hauptmasse auftretende Parallellager beeinträchtigt. Am Westabfall des Reschener Gaislochs, dann am Scheidekamm desselben gegen das Nauderer Gaisloch, sowie am Nordkamm des Mathaunkopfs entragen dem Tonalit Zweiglimmergneise der oben erwähnten grobkrystallinen Art. Durch Aufblätterung desselben Gesteins sind wohl auch, nach dem Mineralbestande zu urteilen, die hellen, feinkörnigen, sehr geringmächtigen Zwischenlagen entstanden, welche — Apliten nicht unähnlich — in vielfältiger Wiederholung am Gipfel des Klopaierspitz auftreten (des abweichenden Aussehens halber, besonders aber wegen ihres Auftretens im Kern der Tonalitmasse in Karte und Profil besonders ausgeschieden). In der Gipfelregion des Mathaunkopfs sind Tonalit- und feinschuppiger Schiefergneis durch wiederholte Wechsellagerung und Verzahnung verbunden. Andererseits taucht am Kamm über dem Kirchboden ein wenig mächtiges Begleitlager auf. Ein zweites ist, zusammen mit Muskowitgranitgneis, der schmalen Zone von Schiefergneis eingeschaltet, welche am Nordosthang des Bergkastelspitz Tonalit und Augengneis voneinander trennt, ein drittes, nur einige Dezimeter stark, streicht gangähnlich am Südkamm des Mathaunkopfs, schon in ziemlicher Entfernung vom Hauptlager aus. Auch das Ostende des Hennesiegelspitzenlagers ist durch (hochkrystalline) Schiefergneise vielfach zerteilt. Zwei Begleitlager von $^1/_2$ *m*, beziehungsweise einigen Metern Mächtigkeit treten über der Hauptmasse am Südkamm des Nauderer Hennesiegels, fünf weitere am Nordostgrat des Glockhausers auf.

Vom Grauner Berg bis ins hinterste Langtauferertal werden die Tonalitgneise im Süden von einer Zone lagerartig aufbrechender Amphibolite begleitet.

In engere räumliche Beziehung tritt zu den Tonaliten Muskowitgranit-, beziehungsweise Augengneis. Solcher ist dem Südfuße des Klopaier-, sowie dem Nordosthang des Bergkastelspitz angepreßt, schaltet sich dem Tonalitgneis westlich Schwemmseen ein und schwillt unmittelbar südlich der Glockhauser Hennesiegelspitzen zu einem mächtigen

Lager an. Am Westende der Klopaiermasse treten in der äußersten Randzone gegen den südlich angrenzenden Muskowitgranitgneis im hier sehr feinschieferigen Tonalitgneis Augen und Bänder des ersteren auf, doch ist mit Rücksicht auf das Fehlen kontaktmetamorpher Beeinflussung nicht zu entscheiden, welches Gestein das injizierende und demnach jüngere ist.

Von den Muskowitgranitgneisen immer leicht unterscheidbar sind Biotitgranitgneise von kleinerem Korn, in ihrer Verbreitung ungleich den ersteren auf die Tonalitlager beschränkt. Gröber- und feinschuppiger, heller Biotitgneis ist am Nordwestende des Bergkastelspitz eingeschaltet, eine schmale Zone von hell- bis dunkelrötlichgrauem, feinkörnigem, fast massigem Zweiglimmergneis taucht aus der Schieferzone am Grenzkamm der beiden Gaislöcher auf. Feinschuppiger, heller Biotitgneis findet sich ferner am Westende des Hennesiegelspitzenlagers, dann westlich Schwemmseen, hier in sehr schmalen Lagen nach Art einer Bänderung. Die Hauptentwicklung erreicht aber der Biotitgranitgneis südöstlich des Nauderer Hennesiegels. Er ist hier gröber schuppig und von weißer, rötlicher und hell- bis dunkelgrauer Färbung. In breiter Zone trennt er am Südgrat, dem Tonalitgneis eingebettet, ein schmales südliches Lager von der nördlichen Hauptmasse ab und baut den östlich hiervon gelegenen Längshügel auf, auch hier mit Tonalitgneis verknüpft.

Im Bereich der Tonalitlager zeigen sich bemerkenswerte Abweichungen von der allgemeinen Streichungs- und Fallrichtung. So biegen am Bergkastelspitz die Schichten aus anfänglich — am Westfuße — normalem, nordöstlichem Streichen in scharfer Knickung nach Südosten um, so daß die Streichungsrichtung am Ostfuße mit der Grenze gegen die Schiefer- und Muskowitgranitgneise zusammenfällt. Erst am Kamm Mathaunkopf—Ganderbild lenken die Schichten in das allgemeine Streichen ein. Änderungen des Fallwinkels, selbst vom normalen Nordfallen zu solchem nach Süden weisen die Profile 4, 9 und 10 bis 12 auf.

Das Klopaierspitzlager gliedert sich in die Kernmasse und eine breite Randzone, welch letztere nur am Südfuße des Klopaierspitz unterbrochen ist.

Das Kerngestein erscheint dem freien Auge grobkrystallinisch und zeigt mehr minder deutliche Parallelstruktur. Richtungslos körniger Tonalit findet sich nur am Grat des Plamorderspitz und Goldseejöchls. Von hellem Grunde, bestehend aus lichtgrauem, lebhaft glänzendem Quarz und mattem, weißem bis gelblichgrünem Feldspat heben sich goldbraune Biotitschüppchen und schwarzgrüne Hornblendeflasern ab. Mikroskopisch läßt sich neben vorherrschendem Plagioklas (Andesin) stets Kalifeldspat nachweisen. Abgesehen von häufigen basischen Putzen von eckigzackigen, rundlichen oder verrundeten Umrissen, arm an Quarz und reich an Hornblende, ist der Kerntonalit von großer Einförmigkeit.

Die Gesteine der Randzone unterscheiden sich durch meist ausgesprochene Schieferung (Tonalitschiefer) und geringere »Korngröße«. Örtlich nehmen sie dichte, zuweilen hornfelsartige Beschaffenheit an. Fältelung, im allgemeinen ungewöhnlich, zeigen schön die Tonalitgneise des Mathaunkopfs. Infolge der Strukturverhältnisse gewinnen die dunklen Gemengteile höheren Einfluß auf die Färbung des Gesteins. Da nun auch der Feldspat häufig graue Farbe aufweist, ist die Gesamtfärbung der Randtonalite eine hell- bis dunkelgraue. Kalifeldspat fehlt in der Regel oder tritt nur in sehr kleinen Mengen auf. Der Tonalitschiefer am Kamm über dem Roßboden verhält sich jedoch diesbezüglich dem Kerngestein gleich. Die Mannigfaltigkeit in der Randzone ist ungleich größer als in der Kernmasse. Zunächst ist die Menge der Hornblende großen Schwankungen unterworfen. Im dichten amphibolitähnlichen Tonalitgneis, der Lagen bis zu 10 *m* Mächtigkeit bildet, überwiegt die Hornblende derart, daß der Biotit für das freie Auge gar nicht erkennbar ist. Bestehen hier alle Übergänge zu normalem Tonalitgneis, so sinkt andererseits der Hornblendegehalt soweit, daß er nur mikroskopisch festgestellt werden kann. Endlich finden sich am Absturz des Reschener Gaislochs gegen die Bergkastelalpe und besonders am Bergkastelspitz, hier in vielfältiger Wechsellagerung, Dioritflaser- und -lagengneise, welche nach der Natur des Plagioklases zweifellos dem Tonalit zugezählt werden müssen.

Das spezifische Gewicht des Kerntonalits beträgt 2·78, jenes der Randtonalite (und Dioritgneise) 2·70 bis 2·84, steigt aber für die amphibolitartigen Tonalite bis 2·90.

Am Kamm über dem Roßboden treten am Kontakt mit dem Schiefergneis und nordwärts gegen den Hauptkamm etwa neun graue bis rötlichgraue, unscharf abgesetzte Einschaltungen von feinkörnigem Tonalitgneis auf, stellenweise mit basischen Putzen. In einigen dieser einen halben bis einige Meter mächtigen Lagen, nicht aber in allen, ist der Andesin durch Albit ersetzt: Albittonalitgneis.

Geringmächtige Zwischenlagen von bräunlichgrauem quarzfreiem Dioritgneis durchbändern den amphibolitreichen Tonalitgneis am Kamm über dem Kirchboden.

Adern echten Granitaplits durchschwärmen Kern- und Randgestein wie die angrenzenden Schiefergneise, Pegmatite finden sich am Gipfel des Klopaier- und am Bergkastelspitz.

Im Hennesiegelspitzenlager treten dem Kerngestein des westlichen Lagers vergleichbare, helle, doch kalifeldspatfreie Tonalitgneise, auch hier mit den oben beschriebenen basischen Putzen, nur am Nauderer und Glockhauser Hennesiegel auf. Im übrigen herrschen hell- bis dunkelgraue Gneise und Schiefer. Letztere führen im Gebiet westlich und südlich Schwemmseen teilweise kleine Mengen von Kalifeldspat. Hornblendefreie und -reiche Abarten treten auch im östlichen Lager auf.

Petrographische Beschaffenheit.

a) Tonalitgneise und -schiefer:

Wenn die Tonalitgneise größtenteils mehr minder grobkrystallinisch erscheinen, so ist dies doch nur für das freie Auge der Fall. Unter dem Mikroskope lösen sich Glimmerplättchen und Hornblendeflasern in wenige bis zahlreiche, regellos verbundene Schüppchen, beziehungsweise Stengel auf, anscheinend einheitliche Quarzkörner zerfallen in Aggregate oft innig verzahnter Individuen und den Grund des Gesteins bildet ein kleinkörniges Mosaik von Feldspatkörnern. Diese Häufung gleichartiger Individuen, besonders ausgeprägt bei dem körnigen bis wenig schieferigen Kerngestein des

westlichen Lagers, undeutlicher bei ausgesprochener Schieferung, ist wohl als Abbildung granitisch grobkörniger Struktur, als Erscheinung des Zerfalls ehemals einheitlicher Individuen in Aggregate aufzufassen.

Hauptgemengteile: Biotit, Hornblende, Plagioklas, Quarz.

Übergemengteile: Kalifeldspat, Granat.

Nebengemengteile: Zirkon, Apatit, Erz.

Biotit tritt in Schüppchen oder Aggregaten solcher, immer schlecht begrenzt, oft in Verwachsung mit Hornblende auf. Pseudomorphosen nach dieser wurden jedoch nicht beobachtet. $\mathfrak{a}$ = hellgelb, $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$ = tiefrötlichbraun. Pleochroitische Höfe um Zirkon treten in wechselnder Häufigkeit, im allgemeinen spärlich auf. Die dunklen Säume sind teils schmal und scharf, teils breit und verwaschen und übertreffen dann den Durchmesser des Korns um ein mehrfaches. Als Einschlüsse finden sich Plagioklaskörner, Apatitsäulchen, seltener Quarzkörner.

Häufig ist der Biotit unter Erhaltung der starken Doppelbrechung grün verfärbt bis vollständig ausgebleicht, oft streifig, wobei die Streifen verwaschen oder scharf gegeneinander abgesetzt sind, in anderen Fällen zeigen die grünen, randlich zerfaserten Schüppchen die abnormalen Interferenzfarben des Chlorits. Zuweilen steigert sich die Zersetzung bis zur Ausscheidung von Karbonatlinsen und Sagenitnädelchen.

Hornblende. Nur ausnahmsweise in einfachen Krystallen. Oft sind wenige große mit zahlreichen kleinen, im Querschnitt rhombischer bis linsenförmiger Stengel vereinigt. An einfachen Krystallen lassen sich (110), (100) und (010) feststellen. Viel häufiger sind unregelmäßig lappige und zackige Umrisse. Aber auch in der Umgrenzung dieser Formen spielt das aufrechte Prisma eine Rolle. Gelegentlich Zwillingsbildung nach (110). $\mathfrak{a}$ = hellgelb, $\mathfrak{b}$ = bräunlichgrün, $\mathfrak{c}$ = bläulichgrün. Sehr blaß gefärbt ist zuweilen die Hornblende der amphibolitähnlichen Tonalite. Zonare Struktur ist sehr selten, pleochroitische Höfe um Zirkon sind spärlicher als im Biotit.

Wie schon erwähnt, sind Hornblende und Biotit oft innig verwachsen. Sehr häufig sind Quarz- und auch Plagioklaseinschlüsse, welche die Hornblende geradezu siebförmig

durchlöchern. Dieselben haben meist unregelmäßige Form, zuweilen sind sie durch Spaltrisse der Hornblende begrenzt, noch seltener weisen sie eigene krystallographische Begrenzung auf. Apatit- und Erzeinschlüsse sind häufig. Der Verwitterung gegenüber verhält sich die Hornblende widerstandsfähiger als der Biotit. Selten tritt gelbliche oder bräunliche Verfärbung, zuweilen unter Kalzitausscheidung ein.

Plagioklas. Krystallumrisse fehlen in der Regel, doch sind annähernd quadratische Querschnitte ⊥ zu P und M nicht ganz selten. Spaltrisse werden gewöhnlich nur durch mit Vorliebe an diesen auftretende, die meisten Körner massenhaft erfüllende Glimmerplättchen bezeichnet. Die an verhältnismäßig wenigen Körnern beobachtbare Zwillingsstreifung nach dem Albit-, zuweilen gleichzeitig nach dem Periklingesetz, ist wohl im übrigen häufig durch die starke Verglimmerung verwischt. Manche Schnitte lassen die von F. Becke beschriebene inverse Zonenstruktur erkennen, ein saurer Kern wird von einer basischen Hülle umschlossen. Die Grenzen verlaufen allerdings meist sehr unregelmäßig und verwaschen, gelegentlich aber auch schärfer und deutlich || P und M. Auch Recurenzen, die Aufeinanderfolge eines sauren Kerns, einer schmalen basischen Hülle und einer breiteren Randzone von verringerter Basizität, wurden wiederholt beobachtet.

Die Bestimmung des Plagioklases erfolgte hier (wie im übrigen) durch Vergleichung der Lichtbrechung mit jener gleichzeitig auslöschenden Quarzes (im Dünnschliff), dann mit jener stark lichtbrechender Flüssigkeiten wie Benzonitril ($n = 1 \cdot 526$), Eugenol ($n = 1 \cdot 540$), Nitrobenzol ($n = 1 \cdot 552$) und Anethol ($n = 1 \cdot 558$)[1] (im Gesteinspulver), schließlich durch Bestimmung der Auslöschungsschiefe an orientierten Schnitten. Auch die Feststellung des optischen Charakters an Schnitten ⊥ zu einer optischen Achse wurde in einigen Fällen zur Entscheidung herangezogen.

---

[1] Die Brechungsexponenten dieser Flüssigkeiten, welche nach E. Weinschenk kleinen Schwankungen von $\pm 0 \cdot 004$ unterworfen sind, sowie jene der Einbettungsmassen Kanadabalsam und Kollolith ($n = 1 \cdot 5354$) seien im folgenden mit den Anfangsbuchstaben der Namen bezeichnet.

Es ergaben:

Dioritflasergneis	Westabfall des Reschener Gaislochs	eug. $< \alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ aneth.	Andesin
Dioritlagengneis	Bergkastelspitz	$\alpha_1 <$ eug.; $\gamma_1 \gtreqless$ nitr.	saur. Andesin
Tonalitgneis	Reschener Gaisloch	$\omega < \alpha_1 < \varepsilon_1$; $\gamma_1 > \varepsilon_1$	Andesin
Tonalitgneis	Klopaierspitz	$\omega < \alpha_1 < \varepsilon_1$; $\gamma_1 > \varepsilon_1$ $\alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	Andesin
Amphibolitähnlicher Tonalitgneis	Südabhang des Goldseejöchls	$\alpha_1 > \omega$; $\gamma_1 > \varepsilon_1$ $\alpha_1 \leqq$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	bas. Andesin
Tonalitgneis	Mathaunkopf	$\alpha_1 \lesseqgtr \varepsilon_1$; $\gamma_1 > \omega$ $\alpha_1 \lesseqgtr$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr. $\alpha_1 <$ aneth.; $\gamma_1 \lesseqgtr$ aneth.	bas. Andesin
Hornblendearmer Tonalitgneis	Nordkamm des Mathaunkopfs	$\alpha_1 \lesseqgtr \varepsilon_1$; $\gamma_1 > \varepsilon_1$ $\alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	Andesin
Dioritgneis	Unterer Sattel (Südl. Lage *Dg* in Profil 7)	$\alpha_1 \lesseqgtr \varepsilon_1$; $\gamma_1 > \omega$ $\alpha_1 \lesseqgtr$ eug.; $\gamma_1 >$ eug. $\alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 <$ nitr.	saur. Andesin[1]
Dioritgneis	Unterer Sattel (Nördl. Lage *Dg* in Profil 7)	eug. $< \alpha_1 \leqq$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	bas. Andesin[1]
Tonalitschiefer	Unterer Sattel (Südlichste Lage *g Ts* in Profil 7)	eug. $< \alpha_1 \leqq$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	bas. Andesin
Tonalitschiefer	Unterer Sattel (Nördl. Lage *g Ts* in Profil 7)	$\alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	Andesin

[1] Die etwas differierenden Ergebnisse der Feldspatbestimmung in den beiden nur durch ein schmales Tonalitband getrennten Dioritgneisen erklären sich aus den gerade hier — siehe unten — erheblicheren Unterschieden im Anorthitghalt von Kern und Hülle der zonar struierten Plagioklaskörner.

Tonalit-schiefer	Unterer Sattel (*w Ts* (*k*) in Profil 7)	eug. $< \alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	Andesin
Tonalit-gneis	Südkamm des Nauderer Henne-siegels	$\alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ nitr.	Andesin
Tonalit-schiefer	Kamm westliche Hennesiegel-spitze (P. 3020) — Radurschel-schartl	eug. $< \alpha_1 <$ nitr.; $\gamma_1 >$ aneth.	bas. Andesin

Ein Tonalitgneis aus der Blockmoräne des Plamorder-spitz (welcher auch das Material für die unten folgende chemische Analyse lieferte) ergibt in einem Schnitt ⊥ zu *P*



Fig. 7.

Profil durch das Westende des Hennesiegelspitzenlagers, nördlich des »Unteren Sattels« (1 : 650).

und *M*, der ausgezeichnet durch Spuren nach diesen Flächen und einem Längsprisma begrenzt ist, ferner einen ähnlich und ziemlich scharf umrissenen Kern mit basischen Hüllen aufweist, für den Kern die Auslöschungsschiefe + 19°, für die breite Randzone $+20^1/_2°$, entsprechend Ab_{63} An_{37} und Ab_{61} An_{39} (Eine sehr schmale Mittelzone von höchster Basizität ließ eine genauere Messung nicht zu). In anderen Fällen scheint der Unterschied des Verhältnisses von Albit- und Anorthitsubstanz für Kern und Hülle weit höher zu sein. Im Tonalitgneis des Mathaunkopfs sind in einem Schnitt nahezu ⊥ zu *P* und *M* die Auslöschungsschiefen für den Kern $+18^1/_2°$, für die Hülle $+24^1/_2°$, was etwa Ab_{64} An_{36} und

Ab_{55} An_{45} entspräche. Ein Schnitt, ⊥ zu α aus dem Dioritgneis am »Unteren Sattel« ergibt für den unscharf abgesetzten, sehr unregelmäßig in Hörner auslaufenden sauren Kern die Auslöschungsschiefe $15^1/_2°$, während sie für die Hauptmasse des Korns $22^1/_2°$ beträgt, woraus auf Ab_{70} An_{30} und Ab_{56} An_{44} geschlossen werden könnte.

Ganz reine Plagioklaskörner sind sehr selten. Gewöhnlich zeigen sich Nester von Glimmerschüppchen und Zoisitbesen, ohne daß an den Orten der Einlagerung eine Störung der optischen Orientierung gegenüber dem Gesamtkorn zu beobachten wäre. Auch durch die ganze Masse verglimmerte Individuen geben zuweilen noch die Charakteristik $\alpha_1 < \varepsilon_1$, $\gamma_1 > \omega$. Es gibt also zweifellos Andesinkörner, welche in wechselndem Ausmaße verglimmert sind, ohne daß eine Entmischung der beiden Feldspatsubstanzen eingetreten wäre.

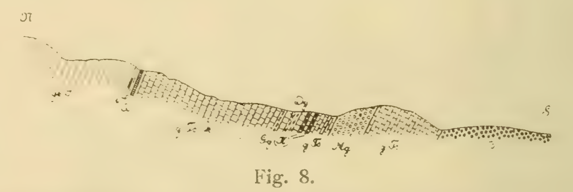


Fig. 8.

Profil durch das Hennesiegelspitzenlager, westlich »Schwemmseen« (1 : 13.400).

Die meisten Plagioklaskörner mit reicher Glimmerführung sind aber nach beiden Schwingungsrichtungen schwächer brechend als gleichzeitig auslöschender Quarz. Gewiß ist unter diesen Umständen die Bestimmung des relativen Lichtbrechungsvermögens schwierig und unsicher. Daß aber tatsächlich vielfach an Stelle des Andesins Albit getreten ist, beweist folgende Beobachtung: Wo die Tonalitgneise wie nicht selten von Gangbildungen feinster Art durchsetzt werden, erweisen sich die innigst verzahnten Individuen reinen (unverglimmerten) Albits, welcher zusammen mit Biotit und Hornblende die Gangfüllung bildet, als Fortwachsungen der entlang der ehemaligen Gangspalte zerbrochenen verglimmerten Plagioklaskörner und löschen mit denselben gleichzeitig aus. Es treten also Andesin und Albit — wie es scheint in wechselndem Mengenverhältnis — nebeneinander auf. Beide

Feldspäte sind von der Verglimmerung ergriffen, fast ausnahmslos reiche Glimmerführung zeigt der Albit.

Kalifeldspat findet sich, wie oben näher ausgeführt, vornehmlich im Kerntonalit des westlichen Lagers. Hier bildet er einen ständigen Begleiter des Plagioklases, wiewohl an Menge bedeutend zurücktretend. Gegenüber allen Gemengteilen erweist er sich stets xenomorph. Kennzeichnend sind das (bei gesenkter Blende) starke Relief, die scharfen Spaltrisse und die vollkommene Klarheit. Die im Plagioklas so häufigen Glimmerschüppchen fehlen durchaus. Lose Splitter erweisen sich nach beiden Auslöschungsrichtungen schwächer brechend als Benzonitril. Dafür, daß Mikroklin vorliege, ließen sich keine Beweise erbringen; die charakteristische Gitterung ist

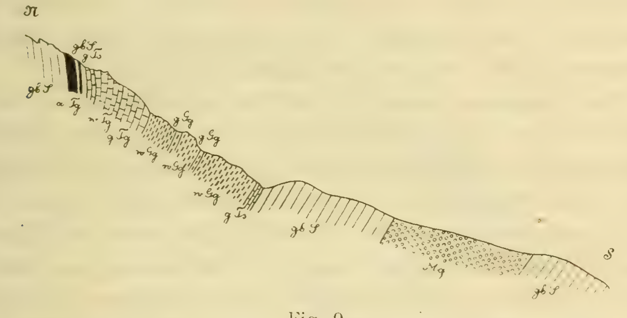


Fig. 9.

Profil über den Südgrat des Nauderer Hennesiegels (1 : 13.400).

nirgends zu beobachten. Kalifeldspat kommt als Einschluß in Biotit und Hornblende nicht vor, wohl aber zuweilen im Plagioklas. Umgekehrt enthält der Kalifeldspat gelegentlich idiomorphen Plagioklas und sehr häufig Quarzkörner.

Quarz. Zwischen gekreuzten Nikols zuweilen mit der vielfach beschriebenen Streifung ⊥ zur Hauptachse. Flüssigkeitseinschlüsse treten in manchen Schliffen massenhaft auf, in anderen fehlen sie ganz.

Granat. Derselbe wurde nur in wenigen Gesteinen beobachtet, so im amphibolitähnlichen Tonalitgneis am Südabhang des Mathaunkopfs, in einem Dioritgneis westlich Schwemmseen und in makroskopisch wahrnehmbaren, rötlichbraunen Körnern in grauen Tonalitschiefern am Nordostgrat des

Glockhauser Hennesiegels. Die schwach graugelben Querschnitte enthalten Einschlüsse von Quarz, Plagioklas und Biotit.

Apatit. Körner und Säulchen treten oft in erheblicher Menge, zuweilen auch in ziemlich großen Individuen auf. Sehr gewöhnlich läßt sich das aufrechte Prisma, manchmal auch eine Pyramide feststellen. Stets farblos. Bemerkenswert sind seltene Einschlüsse von Biotit.

Zirkon. Kurz und langsäulenförmige Kryställchen, noch häufiger Körner. Das Mineral verursacht in Biotit und Hornblende pleochroitische Höfe.

Erz. Im allgemeinen in sehr geringer Menge, in etwas größerer in den hornblendereichen Arten. Die Querschnitte sind meist unregelmäßig, zuweilen sechseckig und quadratisch. Da dieselben im auffallenden Lichte bläulich schimmern, dürfte Magnetit vorliegen.

Eine ausgesprochene Krystallisationsreihenfolge ist nicht vorhanden, da sich die Bildungsperioden der einzelnen Gemengteile mehrfach übergreifen. Die Erstlinge der Krystallisation sind offenbar Erz, Zirkon und Apatit. Nun folgen Biotit und Hornblende mit einem Teil des Plagioklases und Quarzes. In diese Phase fällt vielleicht auch die Entstehung des Granats. Dann krystallisiert die Hauptmasse des Plagioklases, mit diesem und später Kalifeldspat und der Rest des Quarzes.

b) Albittonalitgneis:

Mit diesem Namen wurden jene feinkörnigen Lagen am Kamm über dem Roßboden belegt, in welchen Andesin kaum nachweisbar ist, hingegen Albit in verhältnismäßig vielen, reinen, wenig vergiimmerten Körnern auftritt. An diesen ergeben sich:

$$\begin{matrix} \alpha_1 < \varepsilon_1 \\ \gamma_1 < \omega \end{matrix} . \quad \begin{matrix} \alpha_1 < \omega \\ \gamma_1 < \varepsilon_1 \end{matrix} ; \quad \alpha_1, \gamma_1 < \text{eug.}$$

Auch zeigte ein Schnitt, $\perp$ zu $\mathfrak{a}$ die Auslöschungsschiefe $18^1/_2$°. Kalifeldspat findet sich nur in Spuren.

In bemerkenswertem Gegensatze zu der vergleichsweise geringen Verglimmerung des Albits steht der schlechte Erhaltungszustand der dunklen Gemengteile. Nicht nur der Biotit, auch die widerstandsfähigere Hornblende sind vielfach

verbogen, zerrissen, randlich in Faserbüschel aufgelöst, ja selbst vollständig chloritisiert.

Berücksichtigt man, daß nur in einem Teile der feinkörnigen Zwischenlagen der Andesin durch Albit ersetzt ist, während sich die übrigen bezüglich der Plagioklasführung wie normale Tonalitgneise verhalten, so wird man an der sekundären Entstehung des Albits nicht gut zweifeln können. Wenig verglimmerter Albit ist zwar in den normalen Tonalitgneisen der Klopaierspitzkette (abgesehen vom Auftreten reinen Albits als Spaltfüllung) ungewöhnlich, fehlt aber doch nicht ganz und wurde auch im unten erwähnten auffallend ähnlichen Tonalitgneis von der Engelwand häufiger neben Andesin gefunden.



Fig. 10.

Profil durch den Felskopf östlich des Nauderer Hennesiegels, südlich P. 2872 (1 : 4040).

Ursprünglich hingegen ist wohl in allen Zwischenlagen die feinkörnige Struktur, denn die Mengung der Bestandteile ist inniger als im makroskopisch grobkörnigen Tonalitgneis, die an diesem wahrnehmbare Häufung gleichartiger Individuen fehlt.

c) Quarzfreier Dioritgneis:

Hauptgemengteile: Albit, Biotit.

Akzessorische Gemengteile: Kalifeldspat, Zirkon, Apatit, Erz.

Der Albit bildet ein feinkörniges Pflaster auffallend frischer, nur selten verglimmerter Individuen. Häufig Zweihälfter, seltener Zwillingsstreifung. $\alpha_1, \gamma_1 <$ koll. Zwei Schnitte, $\perp$ und fast $\perp$ zu α, zeigen die Auslöschungsschiefen 14° und 13½°. An einem Schnitte, $\perp$ zu einer optischen Achse,

ergab die Prüfung mit dem Gipsplättchen optisch positiven Charakter. Kalifeldspat tritt nur in sehr spärlichen Einschlüssen auf, Quarz fehlt.

Der Biotit ist durchaus chloritisiert, in größeren Schüppchen siebförmig von Albit durchwachsen.

Auch hier spricht der Gegensatz zwischen dem schlechten Erhaltungszustand des Biotits und der relativen Reinheit des Albits für die sekundäre Entstehung des letzteren. Von den Paragneisen trennt der geringe Gehalt an Kalifeldspat, welcher bei diesen niemals beobachtet wurde.

Dr. Ohnesorge hatte die Güte, zwei Dünnschliffe verwandter Gesteine aus den Ötztaler Alpen, nämlich des Granodioritgneises vom Acherkogel und des Tonalitgneises von der Engelwand für Vergleichszwecke zur Verfügung zu stellen.

Auffallend ist die Ähnlichkeit des letzteren mit dem Langtauferer Gestein, sowohl bezüglich des Mineralbestandes wie der Struktur. Für den Plagioklas ergibt sich:

$$\alpha_1 > \omega;\quad \alpha_1 \lessgtr \varepsilon_1;$$
$$\gamma_1 > \varepsilon_1;\quad \gamma_1 > \omega;$$

ein Schnitt $\perp$ zu $\mathfrak{a}$ zeigt die Auslöschungsschiefe 20°: Andesin. Zonenstruktur war nicht zu beobachten. Kalifeldspat tritt (wenigstens im vorliegenden Schliffe) nicht selbständig, sondern mit unregelmäßiger Form im Plagioklas eingewachsen auf. Die an dem Langtauferer Gestein fast durchaus herrschende Siebstruktur der Hornblende fehlt.

Der Granodioritgneis vom Acherkogel ist hornblendefrei. Der Plagioklas ist hier von saurerer Beschaffenheit: $\alpha_1, \gamma_1 >$ canad.; ein Schnitt, $\perp$ zu $\mathfrak{a}$ ergibt in unscharf gegeneinander abgesetzten Hälften (Kern und einseitige Hülle?) die Auslöschungsschiefen 12° und $8\frac{1}{2}$°, entsprechend $Ab_{75}\,An_{25}$ und $Ab_{78}\,An_{22}$: Oligoklas. Kalifeldspat (Mikroklin) tritt außer als Einschluß in großen selbständigen Körnern auf.

Anhangsweise seien auch die Biotitgranitgneise wegen ihrer engen Verknüpfung mit den Tonaliten einer Erörterung unterzogen.

Hauptgemengteile: Biotit (Muskowit), saur. Plagioklas, Mikroklin, Quarz.

Akzessorische Gemengteile: Apatit, Zirkon, Granat, Erz.

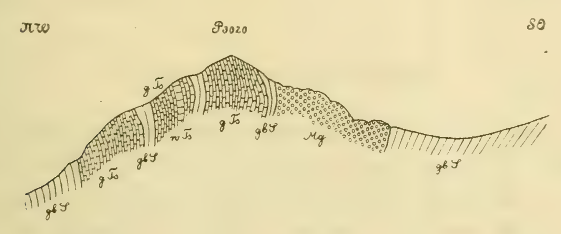


Fig. 11.

Profil durch die westliche der Glockhauser Hennesiegelspitzen, P. 3020 (1 : 13.400).

Entsprechend der meist hellen Farbe der frischen Gesteine ist die Menge des Biotits verhältnismäßig gering. Derselbe



Fig. 12.

Profil über den Nordostgrat des Glockhauser (1 : 13.400).

ist oft mehr minder chloritisiert, daneben aber zuweilen tiefgehend zersetzt unter starker Ausscheidung von Karbonatsubstanz — manche Biotite sind ganz pseudomorphosiert — und Eisenhydroxyd.

Muskowit tritt mit Biotit zu etwa gleichen Mengen im Granitgneis am Scheidekamm der beiden Gaislöcher auf.

Die Natur des Plagioklases ergibt sich aus folgenden Feststellungen:

Biotitgranitgneis	Lichtbrechungsvermögen	Charakter der Doppelbrechung	Auslöschungsschiefe			Art des Plagioklases
			$\perp a$	$\perp P$ und M	maximale beobachtete, auf Schnitten der symmetrischen Zone	
(Zweiglimmergneis) vom Scheidekamm der beiden Gaislöcher	$\alpha_1 < \omega$, $\alpha_1 < \varepsilon_1$ $\gamma_1 < \varepsilon_1$, $\gamma_1 < \omega$		0 bis $2^1/_2$°			Oligoklas-albit
vom Bergkastelspitz, Südwestseite	$\alpha_1 <$ eug., $\gamma_1 \lesseqgtr$ eug.		14°			bas. Oligoklas
vom »Unteren Sattel«	$\alpha_1 < \omega$, $\alpha_1 < \varepsilon_1$ $\gamma_1 < \varepsilon_1$, $\gamma_1 > \omega$ $\alpha_1, \gamma_1 >$ koll.					Oligoklas
westlich Schwemmseen	$\alpha_1 < \varepsilon_1$, $\alpha_1 > \omega$ $\gamma_1 > \omega$, $\gamma_1 > \varepsilon_1$ $\alpha_1, \gamma_1 >$ koll.		Kern: 8° Hülle: 13°	Kern: +8° Hülle: +15°	12°	Oligoklas
vom Südgrat des Nauderer Hennesiegels	$\alpha_1 < \varepsilon_1$, $\beta < \varepsilon_1$ $\gamma_1 < \omega$, $\gamma < \omega$				$16^1/_2$°	Albit

Mikroklin tritt selbständig und als häufiger Einschluß im Plagioklas auf. Im letzteren Falle ist die Form oft durch *P* und *M* des Wirtes bestimmt. Auch innigste Durchdringungen beider Feldspäte kommen vor. Der Mikroklin der Granitgneise stimmt, abgesehen von gelegentlich wahrnehmbarer Gitterlamellierung mit dem Kalifeldspat der Tonalitgneise in jeder Beziehung überein.

Mutmaßliche Entstehung.

Für die ursprünglich eruptive Natur der Tonalitgneise sprechen die Lagerungsform, das Vorhandensein von Begleitlagern, welche als in die Richtung der Schieferung eingestellte Apophysen gedeutet werden können und das häufige Auftreten von basischen Putzen. Erscheinungen der Kontaktmetamorphose fehlen allerdings vollständig.

Schon zur Zeit der Erstarrung muß ein vielfältiger Zerfall des Magmas, namentlich in den Randzonen stattgefunden haben, durch welchen die verschiedenen Fazies des Tonalitgneises vorbereitet wurden.

Für die Auffassung, Biotitgranit- und Tonalitgneise als Abkömmlinge desselben Magmakomplexes zu betrachten, läßt sich nur die enge räumliche Verknüpfung beider ins Treffen führen, im übrigen bleibt die Möglichkeit einer selbständigen Intrusion.

Die ursprüngliche Struktur dieser Erstarrungsgesteine war wohl eine richtungslos körnige. Unter der Wirkung einseitigen Druckes erfuhren dieselben (sowie die Gesteine der Schieferhülle) eine Umkrystallisierung, welche zur Annahme mehr minder deutlicher Parallelstruktur und der inversen Zonenstruktur der Plagioklase führte.

Es ist nicht anzunehmen, daß unter diesen Verhältnissen, welche der Erhaltung des Andesins günstig waren, auch die Entmischung des Plagioklases erfolgte. Dieser Prozeß, sowie die Imprägnierung mit Glimmer gehören offenbar einer späteren Periode an und vollzogen sich unter Bedingungen, welche die Entstehung von Albit und Muskowit förderten, wogegen sich Andesin in Relikten erhielt. Auch die stellenweise nicht

unerheblichen Abweichungen vom normalen Streichen und Fallen, sowie die mancherorts beobachtbare Fältelung sind nur unter der Wirkung einer neuerlichen Pressung zu verstehen. Derselben Periode sind dann wohl auch die unbedeutenden Erscheinungen mechanischer Metamorphose wie das Aufreten von Spannungen im Plagioklas und Quarz (undulöse Auslöschung), Stauung und Zerreißung von Glimmerschüppchen, gelegentliche Zerbrechung von Hornblende-, Kalifeldspat-, Quarz-, Apatit- und Granatkörnern, Verbiegungen und Verwerfungen von Zwillingslamellen im Plagioklas, sowie endlich das Aufreißen von feinen Spalten zuzuzählen.

Die Füllung dieser Haarspalten besteht aus Biotit und Hornblende, die, nach Form und schlechtem Erhaltungszustand zu urteilen, vielleicht nicht Neubildungen sind, sondern auf grobmechanischem Wege in die Gangspalten gerieten, dann aus Muskowit, Quarz, Albit und seltenem Kalifeldspat.

F. Becke[1] unterscheidet die ihrer ursprünglichen Herkunft nach granitischen Intrusivgesteine in drei Gruppen: Tonalitgesteine, Zentralgneis und alte Granitgneise, von welchen hier nur die beiden letzteren in Frage kommen. Zentralgneis und alte Granitgneise werden durch den Erhaltungszustand ihrer typomorphen Gemengteile definiert. Wie verhält sich diesbezüglich das Langtauferer Gestein? Die Erscheinungen mechanischer Metamorphose sind wenig auffällig, Biotit und Hornblende gut erhalten. Nur der Andesin zeigt vielfach die Erscheinungen rückschreitender Metamorphose, jedoch wie es scheint, in verschiedenen Teilen der beiden Lager in recht ungleichem Maße. Oft genug ist der ursprüngliche Feldspat in erheblichen Mengen erhalten geblieben. Demgemäß machen auch die Langtauferer Tonalitgneise keinen unfrischen, toten Eindruck, der nach F. Becke der Hauptmasse der alten Granitgneise zukommt. Sie gehören zu den wenig kenn-

---

[1] Tschermak's Mineral. und petr. Mitt., Bd. XXXI, Heft 4 und 5.

zeichnenden Gliedern dieser Gruppe und nähern sich dem Zentralgneis.

Chemische Zusammensetzung.

Zur Untersuchung wurde ein möglichst frisches Stück aus dem typischen Kerngestein der Gruppe, dem Tonalit der Plamorderspitze gewählt, welches der Blockmoräne am Fuß des genannten Berges entnommen wurde.

Herr Dr. O. Hackl, Chemiker der k. k. Geologischen Reichsanstalt hatte die Freundlichkeit die chemische Analyse durchzuführen, wofür ihm auch hier gedankt sei. Die Gewichtsprozente wurden nach der Methode von Osann-Grubenmann[1] und nach jener von Becke[2] umgerechnet.

Tonalit vom Plamorderspitz.

Gewichtsprozente		Molekularquotienten × 1000, nach Becke		Wasserfreie Molekularprozente (Osann)		Metallatomprozente	
SiO_2	59·89	SiO_2	998	SiO_2 ...	66·4	Si	56·4
Al_2O_3 ...	21·42	$\frac{1}{2}Al_2O_3$.	420	Al_2O_3 ..	13·9	Al	23·7
Fe_2O_3 ...	1·03	$\frac{1}{2}Fe_2O_3$	13	FeO .. (})	5·1	Fe	4·3
FeO	4·60	FeO	64			Mg	4·3
MgO ...	3·06	MgO ...	77	MgO ..	5·1	Ca	4·6
CaO	4·62	CaO	83	CaO ...	5·5	Na	4·3
Na_2O ...	2·37	$\frac{1}{2}Na_2O$.	76	Na_2O ..	2·6	K	2·4
K_2O	2·05	$\frac{1}{2}K_2O$ ..	44	K_2O ...	1·4		100·0
Ges. H_2O	1·37				—		
CO_2	0·23				—		
	100·64				100·0		

[1] Osann, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. Tschermak's Mineral. und petr. Mitt., XIX. Bd. und Grubenmann, Krystalline Schiefer, Berlin 1904.

[2] Chemische Analysen von krystallinen Gesteinen aus der Zentralkette der Ostalpen. Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Klasse, 75. Bd., I., 153 u. f.

Berechnet man nach Osann's Methode die Gruppenwerte, so ergibt sich:

$$s = 66\cdot4 \quad A = 4\cdot0 \quad n = 6\cdot5 \quad a = 4\cdot1$$
$$C = 5\cdot5 \quad m = 10 \quad c = 5\cdot6$$
$$F = 10\cdot2 \quad k = 1\cdot49 \quad f = 10\cdot3$$

Typenformel: $s_{66\cdot5}\, a_4\, c_{5\cdot5}\, f_{10\cdot5}$.

Bei dieser Berechnung bleibt ein Tonerdeüberschuß $T = 4\cdot4$, welcher zum Teil auf den schlechten Erhaltungszustand der Feldspäte, zum anderen Teil auf die Vernachlässigung des die Alkalien vertretenden H im Glimmer sowie den Tonerdegehalt der Hornblende zurückgeführt werden kann.

Rechnet man T als $(MgFe)Al_2O_4$ zu C hinzu, so ändern sich die Werte in folgender Weise:

$$A = 4\cdot0 \quad a = 4\cdot1$$
$$C = 9\cdot9 \quad c = 10\cdot1 \quad \text{Typenformel: } s_{66\cdot5}\, a_4\, c_{10}\, f_6$$
$$F = 5\cdot8 \quad f = 5\cdot8$$

In analoger Weise lassen sich nach der von Becke in den Denkschriften angegebenen Weise verschiedene Gruppenwerte errechnen, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt und mit entsprechenden Werten der unten besprochenen alpinen Vergleichsgesteine nach Becke's Tabellen in den Denkschriften der Akademie zusammengestellt sind:

		Gestein vom Plamorderspitz	Granodiorit von		Floitit vom Rostrücken	Tonalitgneis des Maltatals
			Engelwand	Acherkogl		
Osann'sche Werte	*a*	4·1	5·1	5·1	3·9	5·0
	c	5·6	6·0	6·7	6·0	5·5
	f	10·3	8·9	8·2	10·1	9·5
	T . . .	4·4	1·3	2·4	—	1·0

	Gestein vom Plamorderspitz	Granodiorit von		Floitit vom Rostrücken	Tonalitgneis des Maltatals
		Engelwand	Acherkogl		
Becke'sche Gruppenwerte a' ...	7·0	6·3	7·4	—	5·7
c' ...	4·5	5·5	5·7	—	5·3
f' ...	8·5	8·2	6·9	—	9·1
a_0 ...	4·3	4·97	4·89	3·74	4·91
c_0 ...	3·0	2·88	3·18	3·34	2·73
f_0 ...	2·7	2·15	1·93	2·92	2·36
a'_0 ...	6·14	5·67	6·18	—	5·39
c'_0 ...	2·00	2·48	2·38	—	2·48
f'_0 ...	1·86	1·85	1·44	—	2·13
k	1·49	1·80	1·45	1·19	1·31
Spez. Gew.	2·782	2·77	2·70	2·833	2·745

Der Vergleich mit dem reichen Analysenmaterial, welches Becke von den krystallinen Gesteinen der ostalpinen Zentralkette zur Verfügung gestellt hat, zeigt folgendes:

Von den tonalitischen Intrusivgesteinen des periadriatischen Bogens unterscheidet sich das Langtauferergestein im Chemismus dadurch, daß es mehr Kalium enthält als die Tonalite und weniger als die Granodiorite, und beträchtlich weniger Kalk als die Tonalite. Im Kieselsäuregehalt steht es den Granodioriten näher, zu denen es überhaupt näher steht als den eigentlichen Tonaliten.

Im Anschluß an die petrographische Untersuchung kommen zum Vergleich aber mehr die metamorphen Intrusivgesteine der Zentralalpen in Betracht. Unter diesen sind es einerseits die basischeren Glieder der Zentralgneise (Tonalitgneise vom Maltatal und von der Göge), andererseits die Granodioritgneise aus der Gruppe der »alten Intrusivgesteine« Becke's, welche dem Langtauferergestein am nächsten stehen.

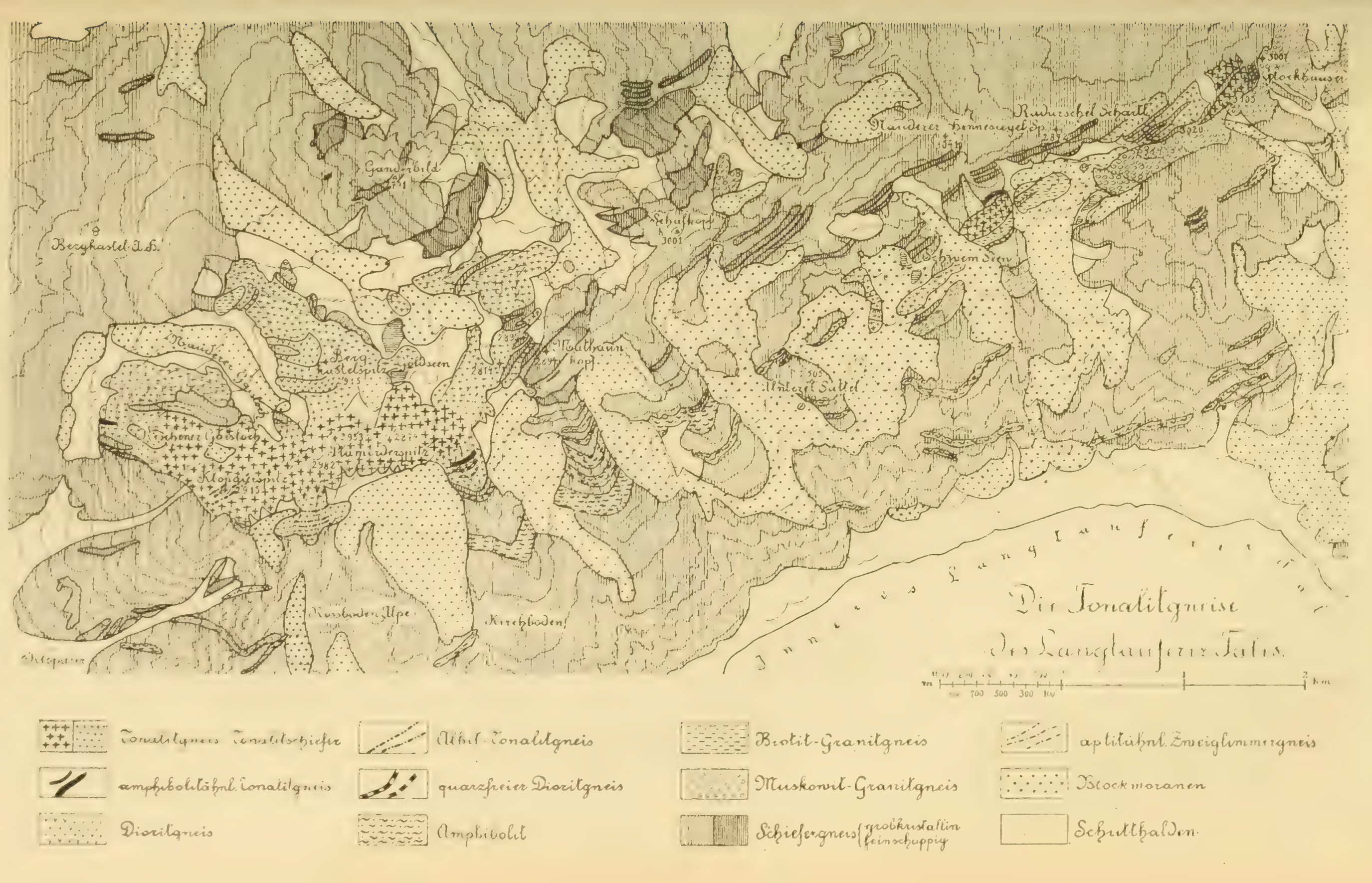
Jene Vertreter der Zentralgneise stimmen mit ihm nahe überein im Kieselsäuregehalt und im CaO, während bei den

Alkalien das Na_2O in den Zentralgneisen weit mehr überwiegt gegenüber K_2O als beim Plamordergestein. Der Tonerdegehalt ist sowohl bei den Zentralgneisen als bei den »alten Intrusivgesteinen« stets kleiner; während der Überschuß an Tonerde bei ersteren aber stets sehr gering ist, ist für die letzteren ein beträchtlicher Überschuß geradezu charakteristisch und nur unter ihnen finden sich Vertreter mit ähnlich hohem Wert von T wie beim Plamordergestein (Biotitgranitgneis vom Tschigat $T = 4 \cdot 4$).

Andererseits weisen die »alten Intrusivgesteine« immer einen höheren Kieselsäuregehalt auf (nahe 70%). Am nächsten unter ihnen stehen die Granodioritgneise der Engelwand und des Acherkogl, deren petrographische Verwandtschaft oben auseinandergesetzt wurde.

Unter den verwandten Gesteinsarten des Vintschgaus steht der Granodiorit von Gomagoi[1] chemisch nahe, besitzt aber ebenso wie die oben genannten obigen Ötztaler Gneise einen höheren Kieselsäuregehalt (bei gleichem k) und nahezu keinen Überschuß an Tonerde. Auch der Granodioritgneis vom Valdaschlikopf (Münstertal) zeigt noch viel chemische Übereinstimmung bei großer petrographischer Ähnlichkeit (aber $T = 0$). Infolge des unbedeutenden oder fehlenden Tonerdeüberschusses ergibt sich bei diesen ein viel niedereres a (a').

1 Hammer und John, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1909, p. 691 u. f.


Die Tonalitgneise
des Langtauferer Tales.
Biotit-Granitgneis
Muskovit-Granitgneis
Blockmoranen
Schutthalden
Amphibolit
quarzfreier Dioritgneis
Dioritgneis
Kirchboden
Schafkopf
3001



Wie sind aus geologischen Polverschiebungen erwachsende Wärmeänderungen zu bestimmen?

Von

Bergrat Fritz Kerner v. Marilaun
k. M. K. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März 1917)

Diese Frage scheinen sich die Freunde der Polverschiebungshypothese noch gar nicht gestellt zu haben; sie erheischt aber ihre besondere Beantwortung, sollen Änderungen in der Lage der Erdpole als Lösungsmittel für palaeothermale Rätsel in Betracht kommen, denn von einem solchen Mittel ist zu verlangen, daß sich seine Wirkung genau angeben läßt; dieser Forderung wird die Polverschiebungshypothese aber nicht gerecht. Die Wärmegrade, welche in früheren Perioden an bestimmten Stellen der Erdoberfläche (im Meeresniveau) geherrscht haben mögen, erfährt man allerdings aus keiner der vielen Klimahypothesen, da sich der thermische Einfluß der geänderten Land- und Wasserverteilung nicht genau abschätzen läßt. Die besser gebauten unter jenen Hypothesen gestatten es aber doch, jene Temperaturabweichung von der Jetztzeit ziffermäßig auszudrücken, welche die supponierte Änderung des Solarklimas bei der heutigen Festlandsverteilung nach sich zöge. Die eingangs genannte Hypothese versagt aber auch in diesem Falle, da sich bei einer Polverschiebung auch bei gleichbleibender Konfiguration der Erdoberfläche die terrestrische Komponente des thermischen Klimas ändert.

Die Vertreter der Polverschiebungshypothese scheinen zu glauben, daß es ausreiche, die durch Versetzung eines Ortes in eine andere Breite bedingte Wärmeänderung auf

demselben entweder der zwischen der alten und neuen Breite im Meridian der Polverschiebung bestehenden Temperaturdifferenz oder dem mittleren Wärmeunterschiede der betreffenden zwei Parallelkreise zu vergleichen. Eine nähere Betrachtung ergibt aber, daß sich die besagte Aufgabe meist überhaupt nicht exakt lösen läßt, daß es zu ihrer angenäherten Lösung verschiedene Mittel gibt und daß von diesen bald das eine, bald das andere als das passendere in Betracht kommt.

I. Bestimmung der Wärmeänderungen bei zonaler Anordnung von Land und Meer.

Was zunächst den einfachen Fall einer streng zonalen Land- und Wasserverteilung betrifft, so kann man die durch eine Polverschiebung bedingte Wärmeänderung eines Ortes nur dann dem Temperaturunterschiede zwischen der gegebenen und nachmaligen Ortsbreite gleichsetzen, wenn die Anordnung der land- oder meerbedeckten Kugelkappen und Kugelzonen eine solche ist, daß der Parallelkreis, welcher nach der Lageänderung des Poles durch den betrachteten Ort geht, dieselbe Bedeckungsart zeigt, wie der bei noch unverrücktem Pole in der nachmaligen Ortsbreite um die Erde gelegte Kreis. Für einen auf einer Kugelkappe von bestimmter Bedeckungsart gelegenen Ort bleibt diese Bedingung nur erfüllt, solange die Breitenerstreckung der Kappe nicht kleiner ist als der ursprüngliche Polabstand des Ortes, vermehrt um den doppelten Betrag der Polverschiebung. Der Betrag, um den andernfalls die Differenz zwischen der zuerst und der nach der Achsenverlagerung in der Breite des Ortes herrschenden Temperatur größer oder kleiner ist als der bei noch unverrücktem Pole vorhandene Wärmeunterschied zwischen der gegebenen und der nachmaligen Ortsbreite, läßt sich leicht auf analytisch geometrischem Wege finden.

Wenn z. B. auf einer landbedeckten Polarkalotte ein Ort am 80. Parallelkreis läge und durch eine in seinem Meridian erfolgende Polverschiebung auf 70° Breite herabrückte, so käme er auf einen Parallel mit 45·2 % Wasserbedeckung zu

liegen. Die Temperatur eines solchen Parallels wäre (die Zenker'schen Zahlen für die Temperatur auf einer Land- und Wasserhemisphäre angenommen) = 12·8°, also um 6·2° mehr als die eines landbedeckten 70. Parallels. Für einen auf derselben Calotte im gleichen Meridian in 70° Breite liegenden Ort ergäbe sich dagegen bei derselben Polverschiebung die Versetzung auf einen Parallel mit 23·5% Landbedeckung und auf einem solchen würde eine um 1·9° niedrigere Temperatur herrschen als auf einem wasserbedeckten 60. Parallel.

Bei einer Verlagerung der Erdachse um 20° käme der Pol einer landbedeckten Polarkappe auf einen Parallel mit 59·4% Meeresbedeckung zu liegen, dessen Temperatur um 8·2° höher wäre als die vor der Polwanderung in 70° anzunehmende Temperatur. Ein im Meridian dieser Achsenverlagerung in 10° Polabstand befindlicher Punkt würde dagegen gleichzeitig auf einen zu 14·6 % mit Land bedeckten 60. Parallel gelangen, dessen Temperatur um 1·2° tiefer wäre als die vorher in 60° Breite vorhandene Temperatur von 0·3°.

Um die Temperaturen zu erfahren, welche an den gedachten Orten nach den angenommenen Polverschiebungen herrschen würden, muß man die Mitteltemperaturen der landbedeckten Bogenstücke jener Breitenkreise suchen, auf welche die Orte nach jenen Verschiebungen zu liegen kämen. Diese Temperaturen sind, da es sich um hohe Breiten handelt, tiefer als die eben mitgeteilten Durchschnittstemperaturen jener Parallelkreise. Was zunächst den 60. Parallel betrifft, so findet man da als Mitteltemperatur für das 21·5% des Erdumfanges messende Amerika —1·8 und für das sich über 40·5% des Erdumfanges erstreckende Eurasien —2·6. Nimmt man die von Zenker für den 60. Parallel gefundenen Temperaturwerte von 0·3 für $n = 0$ und von —7·7 für $n = 1$, so ergeben sich als Wärmeunterschiede zwischen einem wasserbedeckten Parallel und landbedeckten Bogenstücken von der Erstreckung 21·5, 40·5 und 100% die Werte —2·1, —2·9 und —8·0. Dies würde darauf hindeuten, daß die landbedeckten Bogenstücke nur in dem Maße, als sie an Länge zunehmen, kälter werden, also in dem Maße, wie die ganzen Parallelkreise bei entsprechender Zunahme ihrer Landbedeckung, womit sich

dann auch dieselbe Wärmeabnahme für die wasserbedeckten Bogenstücke ergäbe.

Bei Zugrundelegung der von Liznar für den 60. Parallel berechneten Temperaturen, $-0\cdot7$ für $n=0$ und $-7\cdot5$ für $n=1$ bekäme man sogar eine anfänglich noch langsamere Kältezunahme, indem dann die besagten Wärmeunterschiede $-1\cdot1$, $-1\cdot9$ und $-6\cdot8$ betragen würden. Auch die Wärmedifferenzen, welche man auf Grund der von de Marchi für $\varphi=60°$ abgeleiteten thermischen Grenzwerte $0\cdot5$ und $-9\cdot1$ erhält, nämlich $-2\cdot3$, $-3\cdot1$ und $-10\cdot6$, würden sich in eine zur Abszissenachse schwach konvexe Kurve ausgleichen.

Zieht man dagegen die von Spitaler für den 60. Parallel für $n=0$ erhaltenen Temperaturwerte von $2\cdot8$ und $4\cdot1$ und für $n=1$ erhaltenen Werte von $-6\cdot8$ und $-7\cdot2$ in Betracht, so bekommt man für die vorgenannten Wärmeunterschiede die Zahlen $-4\cdot6$, $-5\cdot4$ und $-9\cdot6$ beziehungsweise $-5\cdot9$, $-6\cdot7$ und $-11\cdot3$. Hiernach wäre zu schließen, daß die Wärmeabnahme der landbedeckten Bogenstücke in geometrischer Progression erfolge, und zwar nähern sich die erhaltenen Differenzen jenen, die einer der Quadratwurzel von n proportionalen Abnahme entsprächen. ($-4\cdot5$ und $-6\cdot1$ beziehungsweise $-5\cdot3$ und $-7\cdot2$) Eine solche Abnahme ist von vornherein und auch mit Rücksicht auf die Verhältnisse auf den Nachbarparallelen wahrscheinlicher als eine solche in arithmetischer Progression. Die Mitteltemperaturen Amerikas und Eurasiens in 60° Breite sind auffallend hoch im Vergleich zu den für einen landbedeckten 60. Parallel berechneten Kältegraden, wogegen die Temperaturminima an den Ostseiten beider Kontinente diesen rein kontinentalen Temperaturen nahe kommen. Die Mitteltemperatur der wasserbedeckten Bogenstücke vermindert sich, wenn jene der landbedeckten im Verhältnisse zu $\sqrt{n}$ abnimmt, proportional dem Ausdruck $n:(1+\sqrt{n})$.

Für die bei den vorhin angesetzten Polverschiebungen auf dem 60. Parallel eintretenden Landbedeckungen von $23\cdot5$ und $14\cdot6\,\%$ erhält man — eine zu n proportionale Wärmeabnahme vorausgesetzt — bei Zugrundelegung des Durchschnittes der Werte von Zenker und Liznar $-1\cdot9$ und

$-1\cdot3$ und — eine zu $\sqrt{n}$ proportionale Temperaturverminderung angenommen — auf Grund der Werte von Spitaler (Formel III) $-1\cdot9$ und $-0\cdot9$ als Mitteltemperaturen.

Diese Mitteltemperaturen der landbedeckten Bogenstücke können zugleich als Temperaturen ihrer im Meridian der gedachten Polverschiebungen liegenden Halbierungspunkte gelten, da sich am 60. Parallel — wie ein Blick auf die Karte der Jahresisothermen zeigt — sowohl in Amerika als auch in Eurasien die Mitteltemperatur des Kontinents fast in genau gleich großem Abstande von der West- und Ostküste einstellt. (In Amerika in 117° W. v. G., in Asien in 80° E. v. G.)

Am 70. Breitenkreise hat Amerika — in mehrere Landmassen zerstückt — bei einer Erstreckung über $17\cdot5\,\%$ des Erdumfanges eine Mitteltemperatur von $-13\cdot8$, Asien bei Einnahme eines Viertels des Erdkreises eine Mitteltemperatur von $-14\cdot3$. Die von Zenker, Liznar und de Marchi für einen ozeanischen 70. Parallel berechneten Kältegrade liegen zwischen $-5\cdot2$ und $-7\cdot6$, die für einen kontinentalen zwischen $-18\cdot9$ und $-19\cdot7$. Die aus den Formeln von Spitaler sich ergebenden thermischen Grenzwerte sind $-1\cdot8$ und $-0\cdot2$ für $n = 0$ und $-16\cdot6$ und $-17\cdot5$ für $n = 1$. Am 70. Parallel nimmt demnach die Temperatur der landbedeckten Bogenstücke viel rascher ab als ihre Länge wächst.

Bestimmt man mittels der von den drei ersteren Autoren berechneten Zahlenwerte die Wärmedifferenzen zwischen einem wasserbedeckten Parallel und landbedeckten Bogenstücken von $17\cdot5$, 25 und $100\,\%$, so erhält man im Durchschnitte der ersten beiden Reihen $-7\cdot2$, $-7\cdot7$ und $-12\cdot6$ und im Mittel aller dreier $-7\cdot4$, $-7\cdot9$ und $-12\cdot9$, also Temperaturabnahmen, welche einer zu $\sqrt[3]{n}$ proportionalen Abnahme nahe kommen. ($-7\cdot0$ und $-7\cdot9$ beziehungsweise $-7\cdot2$ und $-8\cdot1$.) Nach Spitaler bekommt man aber, da sich wegen seiner hohen Werte für einen ozeanischen Parallel die Temperaturen Amerikas und Asiens in $\varphi = 70°$ schon der rein kontinentalen Temperatur dieser Breite nähern, eine zu $\sqrt[7]{n}$ und $\sqrt[8]{n}$ proportionale Kältezunahme der landbedeckten Bögen.

Für die bei den vorhin angesetzten Polverschiebungen auf dem 70. Parallel verbleibenden Landbedeckungen von

54·8 und 40·6% bekommt man unter der Voraussetzung einer zu $\sqrt[3]{n}$ proportionalen Wärmeabnahme mit dem Durchschnitte der Werte Zenker's und Liznar's —17·0 und —16·0 und bei Annahme einer zu $\sqrt[8]{n}$ proportionalen Temperaturverminderung mit Spitaler's Zahlenwerten —16·3 und —15·6 als Mitteltemperaturen. In Asien tritt auch am 70. Breitenkreise die Mitteltemperatur des Kontinents ziemlich genau in dessen Mitte ein. In Amerika fällt sie auf einen der Ostküste etwas näheren Meridian, doch wird man auch in dem hier in Betracht gezogenen Falle die gewonnenen Mitteltemperaturen der landbedeckten Bogenstücke zugleich als Temperaturen ihrer Halbierungspunkte nehmen können.

Sind die so gewonnenen Ortstemperaturen in 70° Breite auch um vieles tiefer als die früher angeführten Mitteltemperaturen für Breitenkreise mit gemischter Bedeckung, so liegen sie doch noch um mehrere Grade über der Temperatur eines kontinentalen 70. Parallels. Das Ergebnis der bisherigen Betrachtung ist demnach, daß es schon im einfachen Falle einer streng zonalen Land- und Meerverteilung nicht allgemein zulässig wäre, die durch eine Polverschiebung auf einem in ihrem Meridiankreise gelegenen Punkte bedingte Wärmeänderung dem vor der Verschiebung zwischen der gegebenen und nachmaligen Ortsbreite bestehenden zonalen Temperaturunterschiede gleichzusetzen.

II. Bestimmung der Wärmeänderungen infolge der durch Verschiebung der geographischen Koordinaten bedingten Umgestaltung des Erdbildes.

Zur Abschätzung der thermischen Wirkungen einer Polverschiebung bei unregelmäßiger Verteilung von Land und Meer kann man sich für die höchsten Breiten jener Gleichungen bedienen, die ich bei meiner Untersuchung über die morphogene Komponente des arktischen Tertiärklimas entwickelt habe.[1] Jene Gleichungen stellen die Jännertemperatur

[1] Klimatogenetische Betrachtungen zu W. D. Matthews »Hypothetical outlines of the continents in tertiary times. Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt 1910. Nr. 12.

auf jedem beliebigen zehnten Meridian in 85°, 80° und 75° Nordbreite als Funktion der Lage dieses Meridianes zu den gegen das Weltmeer offenen Teilen des 70. Parallelkreises dar, und zwar in der Art, daß jedes zehn Längengrade breite offene Bogenstück desselben in mit wachsendem Meridianabstande abnehmendem Maße als Wärmequelle zur Geltung kommt. Faßt man beispielsweise den Meridian 60° W. v. G. ins Auge, so stellt sich für die Erwärmung auf dem arktischen Teile desselben die Meeresstraße zwischen Grönland und Norwegen als Summe von vier in 45, 55, 65 und 75° mittlerem Abstande von diesem Meridian gelegenen offenen Bogenstücken dar. Der Umstand, daß diese Pforte nicht in ihrer ganzen Breite als Wärmequelle wirkt, ist durch entsprechend kleinere Konstantenwerte ausgeglichen.

Für den Schnittpunkt des besagten Meridianes mit dem 85. Parallel erhält man mittels der von mir bestimmten Werte der Konstanten als Jännertemperatur −33·9, für den Schnittpunkt jenes Längengrades mit dem 75. Parallel −27·1. Fände eine Verschiebung des Nordpols um 10° im Meridiane 120 E. v. G. statt, durch welche der erste der beiden vorgenannten Schnittpunkte in die Position des zweiten käme, so empfinge er von vier in mittleren Meridianabständen von 25 . . . bis 55° gelegenen offenen Bogenstücken seine Wärme. Es würde nach der besagten Polverschiebung an Stelle der in einem Meridianabstande von 40° beginnenden, 40° breiten Lücke zwischen Scoresby Sund und Tromsö ein etwa ebenso breites Stück eines schon in 20° Meridianabstand beginnenden, von Lamberts Land über die Bäreninsel zur Insel Kolgujew sich spannenden Bogens die Rolle des gegen das Weltmeer offenen Teiles des 70. Parallelkreises spielen. Bei dieser Sachlage bekäme man für den Schnittpunkt von $\lambda = 60$ W. v. G. und $\varphi = 75°$ eine Jännertemperatur von $-18·7$, um $8·4°$ mehr als sich für diesen Koordinatenschnittpunkt jetzt ergibt ($-27·1$).

Verändert man den einen konstanten Faktor in meiner Formel so, daß sie für den genannten Punkt unter den jetzigen Verhältnissen genau die beobachtete, d. h. die von Spitaler aus v. Hann's Isothermenkarte abgelesene Temperatur von −29·7 wiedergibt, so erhielte man bei Annahme der gedachten

Polverlagerung für jenen Schnittpunkt eine die jetzige um 6·1 übersteigende Temperatur. Rückte demnach die jetzt an der Kreuzung des 60. Meridians W. mit dem 85. Parallel gelegene Meeresstelle nördlich vom Robeson-Kanal in eine um 10° südlichere Breite, so würde sich auf ihr nicht die jetzt in der Melville Bay herrschende, sondern eine viel weniger tiefe Wintertemperatur einstellen.

Nimmt man, ein anderes Beispiel wählend, eine Polverlagerung um 10° im Meridian 120° W. v. G. an, so bekommt man nach meiner Formel als Jännertemperatur auf dem jetzt durch die Koordinaten $\lambda = 60°$ E. v. G., $\varphi = 85°$ bestimmten Punkte —15·0, während derzeit auf der um 10 Breitengrade südlicher gelegenen Erdstelle eine Jännertemperatur von —23·3, nach meiner Formel berechnet von —22·9 herrscht. Während für diesen letzteren, nahe dem Fernkap auf der Ostseite von Nowaya Zemlja gelegenen Punkt die wieder durch die Meeresstraße zwischen Grönland und Nordnorwegen gebildete Wärmequelle in weitem westlichen Meridianabstande liegt, käme für den nach der gedachten Polverschiebung in die Position dieses Ortes rückenden Punkt nördlich von Petermanns Land ein von der Sabine-Insel über Mittelspitzbergen zu den Südküsten von Franz-Josefs-Land sich spannender Bogen, welcher bis nahe an den Meridian des betrachteten Ortes reichte, als Wärmequelle in Betracht. In diesem Falle wäre also der Wärmezuwachs infolge einer Breitenabnahme von 10° auch viel größer als die jetzt auf diesem Breitenintervalle stattfindende Temperaturzunahme.

Faßt man dagegen den Fall einer Polverlagerung ins Auge, durch welche die auf dem Nullmeridian gelegenen Punkte des Nordmeeres in eine um 10° niedrigere Breite rückten, so würde der Schnittpunkt von $\lambda = 0$ und $\varphi = 75°$, entsprechend der heute in 5° Polabstand auf dem Nullmeridian gelegenen Meeresstelle, thermisch weniger begünstigt sein als jetzt und eine Jännertemperatur von etwa —14° oder —15° erhalten, während er jetzt eine solche von —11·3° hat.

Wie schon oben gesagt wurde, kann man hier mittels meiner Formeln nur zu Schätzungen gelangen. Die Bedeutung von Berechnungen käme den hier gewonnenen Zahlenwerten

nur dann zu, wenn die thermische Wirkung eines 10 Längengrade breiten, gegen das Weltmeer offenen und in bestimmtem mittleren Meridianabstande von einem betrachteten Punkt gelegenen Bogenstückes des 70. Parallels von der Konfiguration des Nordatlantik unabhängig wäre. Diese Voraussetzung trifft aber keinesfalls zu. Jede Änderung der Lagebeziehung der Umrißlinien des genannten Ozeans zu den Meridianen und Breitenkreisen könnte jene Wärmewirkung etwas ändern. Es würden sich schon in der Ursprungsregion der nordatlantischen Strömungen die Verhältnisse umgestalten können. So würde beispielsweise die zuletzt genannte Polverschiebung im Gefolge haben, daß die Golftrift jenes Bruchteiles von erwärmender Kraft verlustig ginge, der ihr aus einer Verstärkung des Antillenstromes durch den Floridastrom erwächst. Denn eine in nur 14° Gleicherabstand gelegene Floridastraße könnte nicht als Austrittsort für eine in den mexikanischen Golf hineingepreßte Passattrift in Frage kommen. Es wäre eher zu vermuten, daß sie auch noch als Eintrittsstelle für Triftwasser benützt würde, das in der äquatorialen Gegenströmung aus dem genannten Golfe hinausgelangte.

Für jenen Zweck, für welchen meine Formeln aufgestellt wurden, vermochten sie dagegen thermische Werte nicht bloß schätzungsweise, sondern in bestimmter Größe zu liefern. Es war da aber die Fragestellung eine andere. Es sollte da ermittelt werden, welche Temperaturerhöhungen in der Arktis infolge einer Vermehrung der Lücken des subpolaren Festlandsringes platzgreifen würden, unter der Voraussetzung, daß die erwärmende Kraft der gegen das Weltmeer offenen Bogenstücke des 70. Parallels der heute zu beobachtenden analog wäre.

Die Fehler der vorhin für verschobene hocharktische Meeresstellen erhaltenen Jännertemperaturen sind aber sicher kleiner als die Differenzen zwischen diesen Temperaturen und jenen Kältegraden, welche an den von den besagten Stellen nach ihrer Verschiebung eingenommenen Koordinatenschnittpunkten jetzt herrschen, weil sich bei diesen Verschiebungen die Golftrifttemperaturen in 70° Breite doch nur wenig ändern dürften. Man kommt so zum Ergebnisse,

daß der thermische Effekt einer Polverlagerung für Punkte innerhalb der Arktis von dem jetzt im Meridiankreise dieser Verlagerung herrschenden Temperaturunterschiede zwischen der gegebenen und verschobenen Ortsbreite um mehr als ± 5° abweichen könnte.

Für die peripheren Teile der Arktis und für die subarktische Zone liegen noch keine Formeln vor, welche die Temperatur eines beliebigen Punktes als Funktion der Land- und Wasserverteilung in seiner Umgebung darstellen würden. Um die Wärmeänderungen zu bestimmen, welche in Polnähe liegende Orte durch Achsenverlagerungen von größerem Ausschlage und Orte in der Randzone des Polargebietes durch mäßige Polverschiebungen erführen, muß man daher für jeden supponierten Fall eine besondere Betrachtung anstellen. Zunächst handelt es sich dabei um die Kenntnis jener geographischen Verhältnisse, welche nach der gedachten Polverschiebung entlang dem Meridianbogenstücke zwischen der jetzigen und der nachmaligen Breite des betrachteten Ortes herrschen würden, beziehungsweise um die Kenntnis der Verhältnisse, welche jetzt entlang dem an dieses Bogenstück sich nord- oder südwärts anschließenden Meridianteilstücke herrschen. Es ist hier hauptsächlich zu unterscheiden, ob dieser Meridianbogen Land, von warmen Strömungen unbeeinflußte polare oder subpolare Meeresflächen, Binnenmeere mittlerer oder niedriger Breiten, pleiobarische Ozeangebiete oder Meeresströmungen durchschneidet. Die geographischen Verhältnisse werden entweder von derselben Art oder von anderer Art sein, als in der Nachbarzone.

Was nun die durch eine gedachte Polverschiebung bedingte Temperaturänderung betrifft, so wird dieselbe bei Gleichheit der geographischen Verhältnisse in den zwei benachbarten Breitenintervallen dem jetzt zwischen der alten und neuen Breite (im Meridian der Verschiebung) vorhandenen Wärmeunterschiede im Allgemeinen nur dann gleich sein, wenn die zonale Temperaturänderung in beiden Intervallen gleich groß ist. Wenn dies nicht der Fall ist, so wird es sich, auch wenn beide Nachbarintervalle land- oder wasserbedeckt

sind, betreffs der Wärmeänderung anders verhalten. Wenn z. B. der betrachtete Ort auf einem Kontinente in jener Breite liegt, wo die in dessen Randgebiet vorhandene Zusammendrängung der Isothermen dem in seinem Innern vorhandenen Auseinandertreten der Isothermen weicht, so wird sich seine Temperatur bei einer Polverschiebung, durch welche der Parallel des Ortes weiter in den Kontinent hineinrückt, weniger ändern und bei einer Polverschiebung, bei der der Ortsparallel gegen die Küste zu hinausrückt, mehr ändern als sich die Temperatur jetzt zwischen der vor und nach der Polverschiebung gegebenen Position des Ortes ändert. Im ersteren Falle verhält es sich so, daß in das Intervall zwischen der ursprünglichen und der verschobenen Ortsbreite zuerst die Zone der zusammengedrängten Isothermen und nach der Polverschiebung die Zone der auseinanderstehenden Isothermen zu liegen kommt, im letzteren Falle verhält es sich umgekehrt.

Wenn die Bedeckungsart in jenem Breitenintervalle, welches nach der Polverschiebung in das Intervall zwischen der ursprünglichen und der verschobenen Breite des betrachteten Ortes rückt, von der jetzt in jenem Intervalle vorhandenen Bedeckungsart verschieden ist, wie dies der Fall, wenn der Ort an einer W—E streichenden Küste liegt, so kann die durch die Polverschiebung bedingte Wärmeänderung von dem jetzigen Temperaturunterschiede zwischen der gegebenen und verschobenen Position des Ortes sehr abweichen.

In besonders hohem Maße ist dies möglich, wenn das Meridianbogenstück zwischen der alten und neuen Breite von einer W—E streichenden Landbrücke gequert wird. Falls der betrachtete Ort an der Südküste dieser Brücke liegt, wird seine Temperatur beim Hinaufrücken in die jetzt von der Nordküste eingenommene Breite viel weniger abnehmen, als jetzt die Temperatur polwärts quer durch die Landbrücke abnimmt und bei einer Lage des betrachteten Ortes an der Nordküste der Brücke und Südwärtsverschiebung desselben um die Brückenbreite wird die Wärmezunahme an jenem Orte viel geringer sein als die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Brückenrändern.

Zur Bestimmung jener Temperatur, die nach einer Polverschiebung auf einem im Meridiankreise derselben gelegenen Punkte eintreten würde, wenn dann die Wärmeänderung zwischen der jetzigen und nachmaligen Ortsbreite ganz anders als jetzt stattfände, kann man zwei Wege wählen. Man kann die Temperaturen suchen, die sich in der nachmaligen Ortsbreite auf solchen Meridianen finden, wo die besagte Wärmeänderung schon jetzt so erfolgt, wie sie sich im Meridiane des betrachteten Punktes nach der Polverlagerung vollzöge, und man kann die fragliche Wärmeänderung aus jener auf dem in der Polverschiebungsrichtung sich anschließenden Bogenstücke des Ortsmeridians durch Extrapolation ermitteln. Diese Bestimmungsart wird aber nur dann einen sicheren Wert ergeben, wenn das zu ergänzende Stück der Wärmekurve dem bekannten Teile derselben an Länge um ein mehrfaches nachsteht.

Bei der Ungleichartigkeit der Wärmeänderung auf den in die verschiedenen Erdgürtel fallenden Teilstücken der Meridianquadranten wird sich aber meist nur ein verhältnismäßig kurzer Teil der meridionalen Temperaturkurve jeweils naturgemäß ergänzen lassen. Es wird sich so darum handeln, das Kurvenstück, welches zur Ableitung der Extrapolationsformel dienen soll, so zu wählen, daß es bei im Vergleich zum zu ergänzenden Stücke möglichst großer Länge eine möglichst einfache Gestalt zeigt. Einige Beispiele mögen das eben Gesagte erläutern.

Um zunächst auf den erwähnten Fall zurückzugreifen, daß der betrachtete Punkt in der Übergangszone des Randgebietes in das Innere eines Kontinents liegt, sei für den Schnittpunkt von $\varphi = 65°$ und $\lambda = 60$ E. v. G. eine Annäherung an den Pol um 5° in ihrer thermischen Wirkung auf die Juliwärme untersucht. Nach v. Hann's Isothermenkarten hat jener Punkt eine reduzierte Julitemperatur von 16·0°, der um fünf Breitengrade weiter nordwärts an der Küste gelegene Punkt eine solche von 3·9°, der um 5° südlicher gelegene eine solche von 18·0°. Der besagte Punkt liegt also an einer scharfen Knickung der zonalen Wärmekurve, in jener Breite, wo die schwache sommerliche Temperaturabnahme gegen

Nord im Innern eines subarktischen Kontinents in den raschen Temperaturabfall gegen die Eismeerküste zu übergeht.

Will man zur Ermittlung jener Juliisotherme, auf die der besagte Punkt bei einer Polannäherung um 5° zu liegen käme, den ersten der genannten beiden Wege wählen, so führt derselbe gegen Ost, wo man in jenem Teile von Nordasien, wo der rasche Temperaturabfall zur Eismeerküste erst jenseits des 70. Parallels beginnt, auf diesem eine Juliwärme von 13·5 bis 13·7 antrifft. Die Küste streicht dort erst in 77° und dann in etwa 73° Breite. Die Sommerisothermen zeigen dementsprechend ein Absinken gegen Ost. Da, wo die Küste plötzlich ihre Breitenlage wechselt und sich so Temperaturverhältnisse einstellen, die einer Mittellage der Küste am 75. Parallelkreise entsprächen, schneidet dieser Kreis die Juliisotherme von 4·0 (An der Mündung der Katangabucht in 114° E. v. G.). Der rasche Temperaturabfall erstreckt sich demnach auch da über ein fünf Breitengrade breites Randgebiet des Kontinents, ist aber etwas kleiner (9·6) als auf dem 60. Meridian (12·1).

Wählt man zur Ermittlung der gesuchten Temperatur den zweiten der genannten Wege, so findet man, sich auf dem 60. Längengrade E. v. G. gegen Süden wendend, als reduzierte Julitemperaturen in um 5° wachsenden Entfernungen vom 65. Parallel die Werte: 18·0, 20·4, 23·6, 25·7, 30·6 und 34·0. Vom 65. bis zum 50. Parallel folgt da der Wärmeanstieg einer einfachen Exponentiallinie, und da dieses Meridianbogenstück schon dreimal so groß wie die gedachte Polverschiebung ist, wird man die auf ihm stattfindende Wärmeänderung zur Ableitung der Extrapolationsformel benützen. Man erhält als einfachste (natürlich nur von $\varphi = 50°$ bis $\varphi = 70°$) geltende Ausdrücke: $t = 65 \cdot 56 - 54 \cdot 88 \sin \varphi$ und $t = 41 \cdot 98 - 31 \cdot 78 \sin^2 \varphi$, die beide von $\varphi = 50°$ bis $\varphi = 65°$ die beobachteten Werte mit Fehlern von 0·0 bis 0·2 wiedergeben und hieraus für $\varphi = 70°$ die Werte 14·0 und 13·9. Dieselben stimmen mit dem auf die vorige Art gefundenen (13·6) gut überein.

Auf der jetzt in $\varphi = 65°$ und $\lambda = 60°$ E. v. G. gelegenen Erdstelle würde so bei einer Polannäherung um 5° die Juli-

temperatur nur um 2° abnehmen, während sie jetzt gegen den um 5° nördlicher gelegenen Punkt hin um 12° sinkt. Der reelle Wärmeunterschied wäre allerdings nur etwa halb so groß, weil der erstere Punkt in das Bergland nördlich vom Töll-pos-is zu liegen kommt, der letztere aber auf die niedrige Wajgat-Jnsel fällt.

Soll die Juliwärme gesucht werden, welche sich auf dieser Insel nach einer Abrückung vom Pole um 5° einstellen würde, so sind die beiden aufgezeigten Ermittlungswege in umgekehrter Richtung zu beschreiten. Der erstere führt dann nach Westen, wo man als von warmen Strömungen unbeeinflußte, aber durch die Nähe gletscherfreien Landes erhöhte Mittsommertemperatur über dem Eismeere in 65° Nordbreite am Nordeingange in die Hudsonsbay und in der Behringsstraße 8·0 antrifft. Der zweite führt gegen Nord, ist aber nicht gut gangbar, da er sich bald an das von der 2°-Juli-Isotherme umschlossene zirkumpolare Feld anlehnt, so daß sich da für die Wärmeänderung auf dem nordwärts vom 70. Parallel gelegenen Meridianbogenstücke kein befriedigender Ausdruck finden läßt. Versucht man es mit einer Gleichung von der Form $t = 2 - ad + ad^2$, in welcher d den vom 80. Parallel ab in Südrichtung in 5° Längen gezählten Breitenabstand bezeichnet, so ergibt sich, wenn man den zu $t = 3 \cdot 9$ und $d = 2$ gehörigen Wert von $a = 0 \cdot 95$ einsetzt, für $d = 3$ ein $t = 7 \cdot 7$, also ein dem auf die erste Art gefundenen sehr nahe kommender Wert. Auch hier bleibt der als berechtigt angenommenen Forderung entsprochen, daß das sich an die beobachteten Werte streng anlehnende Kurvenstück dreimal so lang als das zu ergänzende ist. Auf einer um 5° nach Süd verschobenen Wajgat-Insel würde also die reduzierte Juliwärme um 8° tiefer sein, als sie jetzt auf dem 5° südlich von dieser Insel gelegenen Punkte ist.

Um die großen Werte aufzuzeigen, welche — wie schon erwähnt — die in Rede stehende Temperaturdifferenz an den Rändern einer W—O streichenden Landbrücke erreichen kann, sei die Änderung der mittleren Jahreswärme am Schnittpunkte von $\varphi = 60°$ und $\lambda = 140°$ W. v. G. bei einer Polannäherung um 10° untersucht. Ein Ausblick auf die an der

Westküste von Norwegen am 70. Parallel vorhandene Jahreswärme führt hier nicht zum Ziele, da die thermischen Verhältnisse über der Golftrift mit jenen über der nordpazifischen Trift nicht näher vergleichbar sind. Auch der Versuch, die westwärts von Norwegen zwischen 60 und 70° stattfindende Temperaturabnahme an die jetzt an der Westküste von Nordamerika am 60. Breitenkreise herrschende Temperatur von 4·5° anzuschließen, fiele nicht befriedigend aus. Dagegen läßt sich hier die Extrapolationsmethode gut anwenden, da vom 60. bis zum 30. Parallel — entsprechend den in um 10° wachsenden Abständen herrschenden Temperaturen 9·0, 13·2 und 17·2 — die Wärmezunahme in einer einfachen Exponentiallinie erfolgt. Man erhält hier die Ausdrücke

$$t = -13{\cdot}0 + 34{\cdot}56 \cos\varphi \quad \text{und} \quad t = -1{\cdot}67 + 25{\cdot}29 \cos^2\varphi,$$

welche beide die beobachteten Werte mit Fehlern von 0·1 bis 0·2 wiedergeben und für $\varphi = 70$ als Werte von t die Zahlen —1·2 und —1·3. Die jetzt am 140. Meridian W. v. G. in 70° Nordbreite herrschende mittlere Jahreswärme ist dagegen —13·4.

Um die bei einer Südwärtswanderung des eben genannten Punktes um 10° auf diesem eintretende Jahrestemperatur zu finden, muß man auch zu einer Ergänzung greifen, die, obwohl hier das zu Grunde zu legende Kurvenstück nur zweimal so lang als das gesuchte ist, doch zu einem befriedigenden Ziele führt. Man erhält als einfachste, die beobachteten Temperaturen auf dem arktischen Bogen des 140. Meridians gut wiedergebende Formeln:

$$t = 88 - 108 \sin\varphi \quad \text{und} \quad t = 35{\cdot}43 - 55{\cdot}43 \sin^2\varphi$$

und hieraus für $\varphi = 60°$ als t die Werte —5·5 und —6·1. Man findet also, daß an einer auf den 70. Parallel hinaufgerückten Südküste von Alaska die mittlere Jahrestemperatur um 12° höher wäre als jetzt an der Eismeerküste dieses Landes und daß an dieser, wenn sie sich auf den 60. Parallel hinab verschöbe, das Jahresmittel der Luftwärme um 10° tiefer wäre als jetzt an der pazifischen Küste neben dem Eliasberge.

Im Winter rückt die Zone der dicht gedrängten Isothermen im Nordwestzipfel von Nordamerika etwas nach Süd, so daß man da die höchsten Werte der hier untersuchten Temperaturdifferenz für einen Platztausch der am 65. und 55. Parallel gelegenen Punkte erhält. Es zeigt sich da am 140. Meridian südwärts vom 55. Parallel für je 10 Breitengrade ein linearer Temperaturzuwachs um 5° und dies ergibt bei einer auf den 70. Breitenkreis hinaufgerückten Südküste Alaskas als Jännertemperatur über dem Pazific in $\varphi = 65°$ und $\lambda = 140°$ W. v. G. den Wert $-1\cdot6$, während jetzt auf diesem Punkte bei seiner Lage in der Mitte von Alaska eine (reduzierte) Januarkälte von $-27\cdot6$ herrscht. Hier würde also der Unterschied zwischen der nach einer Breitenänderung um 10° sich einstellenden Temperatur und der jetzt in der nachmaligen Ortsbreite auf dem Ortsmeridian vorhandenen Temperatur den ungewöhnlich hohen Wert von $26\cdot0$ erreichen. Der Wärmeunterschied zwischen der gegebenen und verschobenen Ortsbreite, welcher in seiner palaeoklimatologischen Bedeutung an anderer Stelle von mir erörtert worden ist[1], schwillt hier zum Maximalwerte $31\cdot0$ an.

Den vorigen Beispielen könnte man wohl solche gegenüberstellen, in denen die hier untersuchte Temperaturdifferenz nur gering ausfällt; hier sollte aber gerade gezeigt werden, welch hohe Werte sie erreichen kann. Man wird gegebenen Falles beide im Vorigen aufgezählten Ermittlungsweisen dieser Differenz versuchen, da sich ihre Resultate gegenseitig kontrollieren, doch darf man nicht vergessen, daß auch Fehler gleich groß und von gleichem Vorzeichen sein können, so daß eine gute Übereinstimmung der auf beide Weisen gewonnenen Werte noch nicht in allen Fällen ihre Richtigkeit verbürgt.

Einer Verschmelzung beider Bestimmungsweisen würde es entsprechen, wenn man in der Breite des betrachteten Ortes bis zu einem Meridian vorginge, auf welchem jetzt im

---

[1] Die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre und ihre Bedeutung für die Frage der geologischen Polverschiebungen. Meteorolog. Zeitschr., 1909, Heft 10.

Intervalle zwischen dieser und der verschobenen Ortsbreite jene thermogeographischen Verhältnisse herrschen, die in diesem Bogenstücke nach der angenommenen Verschiebung auf dem Ortsmeridian bestünden, und die auf dem Vergleichsmeridian in diesem Bogenstücke stattfindende Wärmeänderung zur Ortstemperatur hinzuschlüge. Doch wäre dieses Mischverfahren weniger empfehlenswert, weil bei ihm die durch die Polverlagerung erzeugte Wärmeänderung in der ursprünglichen Position des Ortes unberücksichtigt bleibt. So würde man — um auf das Beispiel aus Nordasien zurückzukommen — auf den Meridianen von 110 bis 120° E. v. G., wo der sommerliche steile Temperaturabfall zur Eismeerküste erst nordwärts vom 70. Parallel beginnt, als Wärmeabnahme vom 65. bis 70. Parallel 3·3 finden und hieraus als reduzierte Juliwärme der jetzt am Schnittpunkte von $\varphi = 65°$ und $\lambda = 60°$ E. v. G. gelegenen Erdstelle nach ihrer Nordwärtsverschiebung um 5° den Wert 12·7 erhalten, d. i. um 0·9 bis 1·2 weniger als nach den früher erörterten Methoden. Es bliebe da der Umstand außer Rechnung, daß sich die Sommerisothermen in der Mitte eines breiten subarktischen Kontinents gegen Norden ausbiegen, daß im vorliegenden Falle bei einer Erstreckung des Landes bis zum 75. Parallel die Julitemperatur in 65° Breite um 1·0 höher ist als bei einer Landerstreckung bis zum 70. Parallel.

Während die Vergleichsmethode nur dazu verwertbar ist, für einen Ort ein Palaeoklima zu erklären, das zwar vom jetzigen sehr abweicht, aber doch auf anderen Meridianen in derselben Breite vorkommt, kann die Extrapolationsmethode auch zur Erklärung eines Palaeoklimas führen, das jenseits der extremsten, jetzt in der betreffenden Breite herrschenden Land- oder Seeklimate liegt.

Man könnte gegen die im Vorigen dargelegte Extrapolationsmethode einwenden, daß sie nicht einheitlich sei und daß sich ihre Reichweite allzu knapp bemessen zeige. Es wurden von Fall zu Fall teils gegen die Abszissenachse vorgewölbte, teils gegen sie eingebogene Wärmekurven, teils auch geradlinige Wärmegänge aufgestellt und sie konnten kaum über den gesuchten Wert hinaus Anspruch auf Gültigkeit

erheben. Obige Einwände wären aber nur berechtigt, wenn sich durch Abstellung der besagten Mängel das gesteckte Ziel besser erreichen ließe. Dies wäre aber nicht der Fall.

Jeder Versuch, die zonale Wärmeänderung in ihrer Abhängigkeit von der Jahreszeit und von den morphologischen Verhältnissen unter einem einheitlichen Gesichtspunkte durch Formeln darzustellen, würde für einen bestimmten Meridian stets nur ein minder getreues Abbild der Wirklichkeit ergeben können als eine Formel, die aus den auf diesem Meridiane selbst beobachteten Temperaturen abgeleitet wäre. Die Analyse thermogeographischer Verhältnisse soll und kann ja nie den Zweck verfolgen, die Beobachtungen zu verdrängen; sie sieht ihr Ziel in der Auffindung der den Erscheinungen zu Grunde liegenden Gesetze und im Gewinn von Zahlenwerten für solche Fälle, wo Beobachtungen nicht möglich sind. Aus ganz ähnlichen Ursachen kommt auch der zweite der genannten Einwände zu Falle. Der Wärmegang über einem ganzen Meridianquadranten oder über einem großen Teilstücke desselben stellt sich — von den südpazifischen Gefilden abgesehen — wohl stets als eine mehr oder minder unregelmäßige Bogenlinie dar. Eine solche kann, sofern man von einem unverhältnismäßig großen Rechnungsaufwand absieht und sich auf die Aufstellung einer weniggliedrigen Formel beschränkt, nur unvollkommen wiedergegeben werden.

Es würde also auch da ein Lösungsversuch auf breiterer Grundlage meist nur zu einem verminderten Gelingen desselben im Einzelfalle führen. Mit der Erreichung einer weiter ausgreifenden Ergänzungsmöglichkeit der Temperaturwerte tauschte man da nur eine Verringerung der Sicherheit der ergänzten Werte ein.

Erwähnt sei noch, daß scharfe Biegungen einer zonalen Wärmekurve auch zwischen zwei aufeinander folgende fünfte Parallelkreise fallen können und daß dann Extrapolationsformeln, welche auf Grund der auf solchen Parallelen herrschenden Wärmegrade entwickelt wurden, für die gesuchten Differenzen zu kleine Werte ergeben. Es seien beispielsweise die auf einem Meridiane in 5° Abständen polwärts folgenden Temperaturen: 16·0, 14·9, 13·2, 10·3 und 4·0 und man

frage nach jener Temperatur, die sich auf dem fünften dieser Schnittpunkte vorfände, wenn infolge einer Polverschiebung um 5° die morphologischen Bedingungen des jähen Temperaturabfalles im äquatorwärts von jenem Punkte liegenden 5° Bogen in dem polwärts von jenem Punkte folgenden 5° Bogen bestünden. Die Wärmeänderung vor dem Temperaturabfalle entspräche dann der Formel

$$t = 16 \cdot 0 - d - 0 \cdot 1\, d^3,$$

in welcher d den in 5° Längen ausgedrückten Breitenabstand vom Ausgangspunkte bedeutet, und für $d = 4$ bekäme man dann $t = 5 \cdot 6$. Es sei nun aber so, daß die Temperatur nur bis zur Breite von $d = 2\,^5/_6$ langsam sinke und dann geradlinig abfalle, so daß ihr Wert 10·3 auf $d = 3$ schon in den Anfangsteil dieses Abfalles zu liegen kommt. Dann folgt der Wärmeabstieg vor dem Steilabfalle dem Ausdrucke

$$t = 16 - 0 \cdot 8\, d - 0 \cdot 3\, d^2,$$

welcher für $d = 4$ den Wert 8·0, also eine um 2·4 höhere Temperatur als nach der vorigen Formel ergibt; – oder, um auch ein Beispiel für verlangsamte Wärmeabnahme zu bringen, es seien die Temperaturen 16·0, 12·2, 8·8, 5·8 und 0·0 gegeben. Hier bekäme man als Ausdruck für die Temperaturabnahme bis $d = 3$ die Formel

$$t = 16 - 4\, d + 0 \cdot 2\, d^2$$

und als aus ähnlichen Gründen wie im früheren Falle vorgenommene Ergänzung für $d = 4$ den Wert 3·2. Wenn aber die Knickung der Wärmekurve schon in $d = 2\,^6/_7$ erfolgte, so daß der Wert 5·8 auf $d = 3$ schon in den Anfangsteil eines raschen geradlinigen Wärmeabstieges fällt, so schmiegt sich die vorherige Temperaturabnahme dem Ausdrucke

$$t = 16 - 3 \cdot 86\, d + 0 \cdot 06\, d^3$$

an, welcher für d = 4 den Wert 4·8 ergibt, der den nach der vorigen Formel bestimmten um 1·6 übersteigt.

Das bisher Gesagte mag genügen, um die Behauptung zu begründen, daß die thermische Wirkung

einer Polverschiebung im allgemeinen weder nach dem mittleren Temperaturunterschiede noch nach der im Meridiane des betrachteten Ortes herrschenden Wärmedifferenz zwischen der gegebenen und verschobenen Ortsbreite zu beurteilen ist.

III. Bestimmung der Wärmeänderungen infolge der durch Verschiebung der Küstenlinien bedingten Umgestaltung des Erdbildes.

Die im vorigen entwickelten Verfahren, jene Wirkung festzustellen, sind aber nur eine rein geographische Lösung der Aufgabe. Bekanntlich würden vielgradige Polverschiebungen mit sehr bedeutenden Massenumlagerungen in der Erdkruste verknüpft sein; man hätte sie sich ja als Folgen solcher aus anderen Ursachen geschehender Vorgänge zu denken. Solche Umlagerungen müßten mit gewaltigen Faltenbildungen und Stauchungen in der Erdrinde einhergehen und diese müßten wieder in weitgehenden Strandverschiebungen ihren oberflächlichen Ausdruck finden.

Die Land- und Wasserverteilung auf der Erdoberfläche würde sonach bei einer Polverschiebung nicht nur mit Bezug auf das neue Koordinatennetz geändert, sondern überhaupt eine andere werden. Zur Beurteilung ihrer Umgestaltung aus geologischen Gründen fehlte aber jedweder Anhaltspunkt. Man kommt so zum Ergebnisse, daß die auf den ersten Blick so einfach scheinende, hier untersuchte Frage überhaupt gar keine bestimmte Beantwortung zuläßt. Zieht man, auf ein früheres Beispiel zurückgreifend, die Änderung der Sommerwärme in Betracht, welche auf einem Punkte an der Nordküste eines subpolaren Kontinents bei Abrückung vom Pole um 5° erfolgte, so ist die Annahme, daß der Punkt nun die an 5° südlicher gelegenen Eismeerküsten herrschende Sommerwärme empfinge, nur eine geographische Abstraktion. In Wirklichkeit könnten sich auf ihm ganz andere Temperaturen einstellen. Es könnte sein, daß die besagte Polverschiebung für den genannten Kontinent eine Meeresingression bedingte. In diesem Falle läge nun der Strand um mehr als 5° süd-

licher als vor der Polverschiebung und ein vordem auf ihr gestandener Ort käme nun bei einer Abrückung vom Pole um 5° noch mitten in das Meer zu liegen. Die Sommerwärme wäre auf ihm dann niedriger als an einer Nordküste in gleicher Breite. Es könnte aber auch sein, daß jene Polverschiebung für den erwähnten Kontinent eine weitere Emersion zur Folge hätte. Dann rückte der betrachtete Ort in das Land hinein und seine Sommerwärme wäre nun höher als die an einem Strande in gleicher Breite.

Die Menge der hier gegebenen Möglichkeiten schließt zwei bemerkenswerte Fälle ein; den Fall, daß sich eine positive Strandverschiebung und die Breitenänderung derart summieren, daß sich für den betrachteten Ort der Wärmezuwachs infolge der Polflucht und der (sommerliche) Wärmeverlust infolge der Landflucht restlos ausgleichen und daß so dem betrachteten Orte aus der Polverschiebung gar keine Wärmeänderung erwächst; dann den Fall, daß sich eine negative Strandverschiebung und die Breitenänderung gegenseitig aufheben, so daß sich die geographische und die geologische Komponente der durch die Polverlagerung erzeugten Wärmeänderung in der Art summieren, daß der betrachtete Ort nach der Polverschiebung jene Temperatur erhält, die auf seinem Meridiane in der nachmaligen Ortsbreite vor der Verschiebung herrschte.

Im letzteren Falle hat man dann als das Ergebnis des Zusammentreffens ganz besonderer Umstände jene thermische Wirkung vor sich, deren Eintritt als normale Folge einer Polverschiebung hier als völlig unzulässige Annahme erwiesen wurde. Es handelt sich da um ein an sommerliche Temperaturverhältnisse anknüpfendes Beispiel für jene Möglichkeit, auf die ich an der Hand eines dem winterlichen Isothermenbilde entlehnten Beispieles Bezug nahm, um die großen Fehlschlüsse aufzuzeigen, denen man sich aussetzt, wenn man auf Grund der aus der Beschaffenheit einer fossilen Flora gefolgerten Wärmeabweichung von der Gegenwart die Größe einer stattgehabten Polverlagerung schätzen will.

Die im vorigen so ausführlich und doch mit negativem Schlußerfolge untersuchte Frage ist nun allerdings gar nicht

diejenige, auf deren Beantwortung die Polverschiebungshypothese abzielt. Diese sucht die aus dem Habitus fossiler Floren erschlossenen Temperaturen zu erklären und dieses Ziel entspricht im Hinblick auf das zu seiner Erreichung angewandte Mittel einer Antworterteilung auf die Frage nach der thermischen Wirkung einer Polverschiebung, wenn die durch dieselbe bedingten Umrissänderungen der Festländer schon bekannt sind. Dieser Umstand läßt nun aber die so sehr eingehende Erörterung der vorigen Frage durchaus nicht als eine überflüssige Mühe erscheinen. Es entspricht nur einem in der Palaeoklimatologie stets einzuhaltenden Vorgange, bei Heranziehung eines Hilfsfaktors zur Erklärung der geologischen Klimate zunächst die Wirkungen festzustellen, die er auf das Klima der Jetztzeit hätte, und daraus Rückschlüsse auf die Vergangenheit zu ziehen. Auch im vorliegenden Falle müßte man die Gesichtspunkte, welche zu Temperaturbestimmungen für eine gegenüber der jetzigen in Bezug auf die Pollage geänderten Festlandsverteilung entwickelt wurden, auch zu Temperaturschätzungen für eine beliebige Land- und Meerverteilung heranziehen.

Die Annahme, daß sich das Problem der geologischen Polverschiebungen mit der Aufgabe deckt, die thermische Wirkung einer Pollageänderung bei Kenntnis der nach derselben gegebenen Land- und Wasserverteilung zu bestimmen, erscheint wegen der Unsicherheit der Erdbilder der Vorzeit aber auch nur in beschränktem Maße statthaft. Wenn da von mir palaeogeographische Rekonstruktionen wiederholt als Rechnungsgrundlagen benützt wurden, um für die morphogene Komponente geologischer Klimate Zahlenwerte zu erhalten, so waren diese Versuche als thermische Feststellungen für *mögliche Fälle* der Vergangenheit gedacht. Wenn aber der klimatische Einfluß eines hypothetischen Hilfsfaktors für einen Abschnitt der Vorzeit zu bestimmen ist, sollte man die dazugehörige Land- und Wasserverteilung als bekannten Klimafaktor in die Rechnung einstellen können. *Da diese Forderung wegen der Unsicherheit der palaeogeographischen Forschungsresultate aber nur in geringem Maße erfüllt werden kann, sind die Aussichten für*

eine erfolgreiche Heranziehung der Polverschiebungshypothese zur Lösung palaeoklimatischer Rätsel sehr ungünstige.

Geht man daran, den diesbezüglichen Sachverhalt für die einzelnen geologischen Perioden zu untersuchen, so stößt man da gleich am Beginne des sich weithin dehnenden Weges auf einen eigenartigen Umstand: Die Festlandsverteilung zur Diluvialzeit entsprach in ihren einem Nachweise zugänglichen wesentlichen Zügen schon der heutigen. Vertreter der Anschauung, daß die quartäre Eiszeit durch eine Polverschiebung zu erklären sei, müssen da entweder annehmen, daß sich die durch Umstellung der geographischen Koordinaten und die durch die Massenumlagerung bedingte Formveränderung der Küstenlinien überall kompensiert haben, oder einen Zusammenhang von Polverschiebungen und mit Umformungen der Festländer verbundenen Massenumsetzungen überhaupt leugnen. Ersteres wäre eine höchst gekünstelte Annahme, letzteres die Vertretung einer kaum zu rechtfertigenden Ansicht.

Sehr viel näher liegend ist es da anzunehmen, daß sich seit der Diluvialzeit die Pollage überhaupt nicht nennenswert geändert hat. Ihre stärkste Stütze findet diese Anschauung in dem völligen Fehlen von Anzeichen einer gewaltigen postglazialen Gebirgsaufrichtung, die als ein Ereignis von sehr jugendlichem Alter noch unvergleichlich auffälligere Spuren als die mitteltertiäre Faltung hinterlassen haben müßte — vorausgesetzt, daß ein großer Gebirgsbildungsprozeß von so kurzer Dauer denkbar wäre. Diese Voraussetzung ist aber gar nicht statthaft. Auch gegen die Möglichkeit, daß eine große Polverschiebung — als rein geomechanischer Vorgang und unabhängig von tektonischen Begleiterscheinungen betrachtet — in so kurzer Zeit erfolgen könnte, sind schwerste Bedenken zu erheben. Bezüglich der klimatologischen und meteorologischen Beweise für eine große Polverlagerung seit der Eiszeit habe ich andernorts gezeigt[1], daß sie zum Teile auf Verwechslungen von Ursache und Wirkung oder auf

[1] Sind Eiszeiten durch Polverschiebungen zu erklären? Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1909, Nr. 12.

Trugschlüssen beruhen und — soweit dies nicht der Fall ist — auch keineswegs überzeugend oder gar zwingend sind.

Wendet man den Blick auf das Tertiär zurück, so stehen da die Dinge für eine Erklärung der aus den hochnordischen Pflanzenfunden erschlossenen milderen Klimate durch eine Polverschiebung auch nicht günstig, obschon die gegenteilige Meinung sehr verbreitet war oder noch ist. Die palaeogeographischen Grundlagen reichen für eine solche Erklärung noch nicht aus.

Welch große Ungewißheit jüngst noch in betreff der Morphologie der tertiären Arktis herrschte, kam klar zu tage, als Semper trotz der von manchen Palaeogeographen angenommenen teilweisen Meeresbedeckung der tertiären Arktis den palaeobiologisch sehr bemerkenswerten Versuch machen konnte, das Rätsel der hochnordischen Tertiärfloren durch die Annahme zu lösen, daß diese Floren den klimatischen Daseinsbedingungen der jetzigen Pflanzenwelt Ostsibiriens angepaßt waren. Diese Annahme setzte eine die Entwicklung relativ hoher Sommertemperaturen ermöglichende vorwiegende Landbedeckung der Polarkappe voraus. Konnte Semper die Vermutung hegen, daß die Zeichnung einer teilweise meerbedeckten tertiären Arktis durch den Wunsch nach einer Erklärung der hochnordischen Tertiärfloren durch Warmwasserheizung mitbestimmt war und daß so auf eine Meeresingression hindeutende Erscheinungen höher und gegen eine solche sprechende Umstände niedriger bewertet wurden, als einer ganz unbefangenen Beurteilung entsprochen hätte, so dürften Freunde der Warmwasserheizungshypothese vielleicht der Meinung sein, daß Semper in die Gefahr kam, von einem völlig objektiven Urteil im entgegengesetzten Sinne abzuweichen.

Noch wichtiger als die Land- und Wasserverteilung innerhalb der Arktis sind für die Thermik eines in ihr gelegenen Punktes die geographischen Verhältnisse in der subarktischen Zone. Bezüglich deren Gestaltung in den einzelnen Abschnitten des Tertiärs herrscht aber auch noch große Unsicherheit. Nachdem die nordatlantische Landbrücke von Lapparent und Matthew abgebrochen worden war, sind

neuerdings Stimmen zu Gunsten ihrer Wiederherstellung laut geworden, so daß die Frage, wann und inwieweit das nordatlantische Becken in der Tertiärzeit offen oder geschlossen war, noch immer unentschieden ist. Solange dies so bleibt, läßt sich bei der für das Klima nordwärts von Europa ausschlaggebenden Bedeutung des Zutrittes der Golftrift über das Tertiärklima in diesem Teile der Arktis gar kein Urteil fällen.

Auch bezüglich der Verbindung des nordindischen Ozeans mit der Arktis herrscht noch Unklarheit. Während ein so breites westsibirisches Meer, wie es Koken, Arldt und Matthew für das ältere Tertiär annehmen, auf das Winterklima nordwärts von Westasien einen großen Einfluß ausgeübt hätte, mit dessen Abschätzung ich mich andernorts beschäftigt habe, würde eine so schmale Wasserstraße, wie sie Lapparent für das mittlere Eozän vermutet, nur eine schwache Aufbiegung der Winterisothermen in ihrer nördlichen Nachbarschaft veranlaßt haben. Die Temperaturen, welche an den Fundorten tertiärer Pflanzen im hohen Norden geherrscht haben könnten, wenn sich diese Orte zur Tertiärzeit in einem größeren Polabstande befunden hätten, entziehen sich aber schon deshalb jeder Schätzung, weil das Alter der besagten Pflanzen nicht genau bekannt ist und die Gestaltung der Subarktis im Verlaufe des Tertiärs mehrfachen Wechseln unterlag, so daß es zweifelhaft bleibt, welche von den für verschiedene Abschnitte des Tertiärs gegebenen Rekonstruktionen für die Temperaturbestimmung in Betracht zu kommen hätte.

Man darf sagen, daß selbst Neumayr's sonst in Klimafragen klarer Blick vorübergehend getrübt war, als er die erste Hälfte der Seite 514 im zweiten Bande seiner Erdgeschichte schrieb. Erstlich war es kein klimatologischer Gedankengang, angesichts der jetzigen Verlaufsweise der Isothermen im hohen Norden eine zum Verbreitungskreise der hochnordischen Tertiärfloren konzentrische Lage des tertiären Nordpoles für wahrscheinlicher und natürlicher zu halten als ihr Gegenteil, und dann war es nach dem hier Gesagten für hohe Breiten nicht zulässig, ganz ohne Rücksichtnahme auf die Land- und Meerverteilung thermische

Schlüsse aus einer Polverlagerung zu ziehen. Bei einer der heutigen ähnlichen Gestaltung des nearktischen und nordatlantischen Gebietes könnte Grinnelland durch eine Südwärtsverschiebung um 10° wohl die derzeit im Foxkanal nordwärts der Hudsons Bay vorhandenen Winter- und Sommertemperaturen erhalten. Bei dem Bestande einer breiten Landverbindung quer über den nördlichsten Atlantik und bei vorherrschender Landentwicklung nordwärts von Amerika würde aber Grinnelland bei einer Lage am 70. Parallel kaum einen weniger strengen Winter haben als jetzt. Man vergleiche da die Verhältnisse in Ostsibirien, soweit sie einen Vergleich gestatten. Im Sommer müßte es dann in Grinnelland aber auch nicht wärmer sein als bei einer Lage auf dem 80. Parallel, da auf einem flachen, nicht übergletscherten Polarkontinent der Mehrbetrag der atmosphärischen Absorption in größerer Polnähe durch den Überschuß an mathematischer Bestrahlung ziemlich ausgeglichen würde.

Spitzbergen würde beim Fortbestand der jetzigen Formverhältnisse des europäischen Nordmeeres nach einer Verdoppelung seines Polabstandes wohl das thermische Klima Nordnorwegens erhalten; beim Bestande einer nordatlantischen Landbrücke müßte dort aber nach einer Südwärtsverschiebung um 10° sogar noch ein kälteres Klima herrschen als jetzt.

Die morphogene Komponente läßt sich sonach für die arktischen Tertiärklimate noch viel zu wenig abschätzen, als daß man durch Annahme einer Polverschiebung zur Erklärung dieser Klimate wirksam beitragen könnte. Und doch handelt es sich da um einen Fall, wo sozusagen die Grundfeste der terrestrischen Klimate, die Lage und Bedeckungsart des Tropengürtels eine der jetzigen noch ähnliche war. Was soll man da aber zu den Versuchen sagen, Palaeoklimate durch Breitenänderungen zu erklären, bei welchen jene Grundfeste im vollen Sinne des Wortes auf den Kopf gestellt wäre, irgend zwei Antipodenpunkte des jetzigen Tropengürtels die Lage der Erdpole einnehmen würden! Mit der bloßen Annahme, daß sich beispielsweise die Gegend von Chanda im zentralen Dekan zur Dyaszeit in 70° Südbreite befunden hätte, ist für die Erklärung der dortigen Gletscher-

spuren noch so gut wie nichts erreicht. Da die Versetzung des Südpoles in den Indischen Ozean für die Antarktis die klimatischen Verhältnisse einer festlandumgürteten, meerbedeckten Polarkappe schüfe, sind zur Beurteilung des Klimas in der Randzone einer so gestalteten Antarktis die jetzt in 70° Nordbreite bestehenden Verhältnisse heranzuziehen. Es zeigt sich nur ein kleiner Teil der küstennahen festländischen Abschnitte dieses Breitenkreises mit Gletschereis bedeckt.

Der zur gedachten Lage von Chanda gehörige Tropengürtel der unteren Dyaszeit würde wohl eine größere Landbedeckung gehabt haben, als die jetzt zwischen den Wendekreisen eingeschlossene Zone, da der antarktische Kontinent der Jetztzeit, das mittlere Gondwanaland, und der palaearktische Kontinent des jüngeren Palaeozoikums in jenen Gürtel gefallen wären. Größere Landentwicklung in den Tropen würde auch das Klima in den hohen Breiten ändern. Man könnte zunächst eine Milderung der Winterkälte als Folge einer Abflachung der winterlichen Luftdruckmaxima über subarktischen Kontinenten erwarten, da wegen der rascheren Wärmeabnahme mit der Höhe über Land die Flächen gleichen Druckes über dem Äquator weniger gehoben würden. Freilich rückt im Indischen Ozean in den Sommern beider Hemisphären das Gebiet niedrigsten Luftdruckes im Meeresniveau (zwischen 45° N und S) weitab vom Gleicher in kontinentale Gebiete stärkster Erhitzung hinein. Als sicher darf man aber annehmen, daß ein Landzuwachs in den Tropen insofern zu einer Abkühlung der hohen Breiten führen müßte, als er die zur direkten und indirekten Erwärmung jener Breiten verfügbaren Mengen hocherwärmten Ozeanwassers mindern würde. Hiebei hängt das Maß, in welchem eine Warmwasserheizung der hohen Breiten stattfinden kann, allerdings auch von der Konfiguration der mittleren Breitenzonen ab. Es ist anzunehmen, daß die an die Namen Scoresby Sund, Tromsö und Ustjansk sich knüpfenden Klimabilder noch nicht die äußersten terrestrischen Umformungen des in 20° Polabstand gegebenen Solarklimas darstellen. Das Golfstromphänomen an sich dürfte als Wasserheizungsanlage allerdings kaum

übertroffen werden können; dagegen ließen sich Festlandsverteilungen ausdenken, bei denen die Golftrift eine weit geringere Vermischung mit Polarströmen erführe, so daß die Küste des nördlichsten Norwegen das Klima Westschottlands bekäme. Andrerseits könnte das Klima an der unteren Jana, wenn Ostsibirien in breiter Front mit Nordamerika zusammenhinge und sich noch weiter gegen den Pol erstrecken würde, noch exzessiver werden. Wie will man da bei der Dürftigkeit unserer Kenntnis vom Erdbilde der älteren Dyaszeit den Schluß ziehen, daß der zentrale Dekan, wenn er sich zu jener Zeit in 20° Polabstand befunden hätte, vergletschert gewesen sein müßte! Die Frage nach den thermischen Wirkungen großer Breitenwechsel infolge von Erdkrustendrehungen über den Erdkern läßt sich noch weniger beantworten als die Frage nach den Wärmeänderungen infolge von Verlagerungen der Erdachse. Die Annahme großer Krustenwanderungen ist kein brauchbares Hilfsmittel zur Erklärung geologischer Klimate, da sich die thermischen Wirkungen dieses Mittels auch nicht annähernd schätzen lassen. Erwähnt sei noch, daß bei jener Projektion der geographischen Koordinaten, welche den Südpol der Dyaszeit genau in die Mitte zwischen den drei damaligen Vereisungszentren setzt, die Gegend von Chanda nur auf den 50. Parallel zu liegen kommt.

Die bisherigen Betrachtungen betrafen ausschließlich die Wärmewechsel, welche sich bei einer Polverschiebung für die auf dem Meridian derselben liegenden Punkte ergeben. Die Frage, wie jene Änderungen des thermischen Klimas zu bestimmen sind, welche den außerhalb jenes Meridianes gelegenen Punkten erwachsen, soll Gegenstand einer späteren Untersuchung sein.

Der Schalenschließmuskel der dekapoden Crustaceen, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Kopfmuskulatur

Von

Prof. Karl Grobben (Wien)
w. M. K. Akad.

(Mit 1 Tafel und 8 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juni 1917)

In seiner Abhandlung über den Organismus der *Nebaliden* erwähnt Claus (4) gelegentlich der Besprechung des Schalenmuskels dieser Tiere, daß bei den Malakostraken ein solcher bisher nicht beobachtet wurde. Claus hält aber damit als »durchaus nicht bewiesen, daß nicht auch bei Malakostraken und insbesondere bei solchen Schizopoden, deren Schalen sich frei über dem Rücken des Thorax ausbreiten, ohne mit den Segmenten desselben verwachsen zu sein, Überreste des Schalenmuskels vorhanden sind und bei sorgfältiger Untersuchung noch aufgefunden werden«. (l. c., p. 38).

Der Besitz des Schalenmuskels (besser Schalenschließers, Adductor testae Nowikoff [12]) bietet gewiß einen phyletischen Charakter der Krebse, wie sich aus seinem Vorhandensein bei den *Limnadiidae* unter den Euphyllopoden und bei *Nebalia* mit Recht schließen läßt, da die Euphyllopoden als die phylogenetisch ältesten Krebse der heutigen Lebewelt zu betrachten sind und *Nebalia* in allen Merkmalen die Charaktere einer stammesgeschichtlich alten Crustaceenform zeigt, welche die nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen zu den hier zu besprechenden Malacostraca besitzt, denen sie im System auch von Claus als besondere Hauptabteilung *Leptostraca*

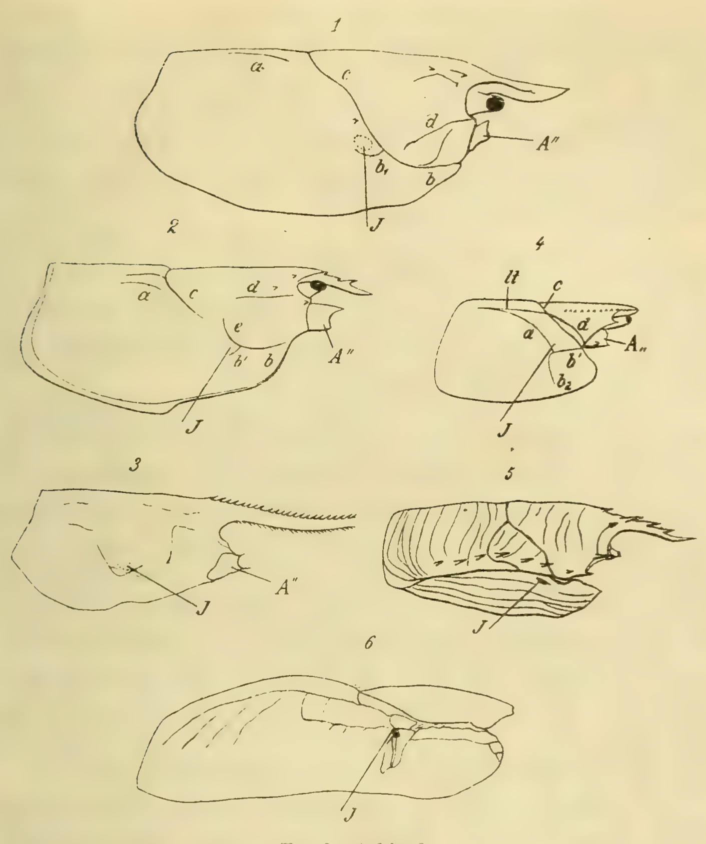
eingeordnet wurde. Letztere zeichnen sich aber durch so zahlreiche Eigentümlichkeiten vor allen übrigen Malakostraken aus, daß diese am besten als *Eumalacostraca* (Grobben [7]) innerhalb der Malacostraca zusammengefaßt den Leptostraca gegenübergestellt werden.

Anläßlich von Untersuchungen am Flußkrebs bin ich auch auf die Frage geführt worden, ob nicht noch der alte Schalenschließer vorhanden sei.

Ich bin dabei zu der Auffassung gelangt, daß der von W. Schmidt (15), dem wir eine neuerliche eingehende Beschreibung der Muskulatur des Flußkrebses (*Potamobius astacus*) verdanken, mit *dvp* in seinen Abbildungen bezeichnete Musculus dorsoventralis posterior dem Schalenschließer von *Nebalia* und der *Limnadiiden* morphologisch gleichwertig ist. Er besteht beim Flußkrebs aus kurzen Muskelfasern, die sich einerseits dicht hinter der Nackenfurche an der Schale inserieren, andrerseits in ein breites sehniges Band übergehen, welches fast horizontal und senkrecht zur Sagittalebene verläuft und sich am lateralen Rande des Kopfapodems ansetzt (vgl. Fig. 1 *SM*).

Die Insertion an der Schale erfolgt dorsal von der Übergangsstelle des eigentlichen Kiemenraumes in seinen vorderen Ausgangskanal (Pre-branchial chamber bei Pearson [14]), in welchem der fächerförmige Anhang der 2. Maxille schwingt. Die dorsale Wand des Schalenraumes bildet hier einen leistenartigen Vorsprung (Nackenfalte bei Huxley), in welchem der Muskel verläuft (Fig. 6). Hinter dieser Stelle findet sich bei *Potamobius* ein an der Innenwand der Schalenduplikatur vorspringender ohrförmiger Lappen (*L*), bis zu welchem der dorsale Teil des schwingenden Anhanges der 2. Maxille reicht. Dieser Lappen wird im Anschluß an den schwingenden Anhang einen vollkommeneren Abschluß des hinteren Kiemenraumes gegen seinen vorderen Ausgangskanal bewirken.

Die genaue Lage und Form der Insertionsstelle des Schalenschließmuskels an der Schale ist in Textfig. 1 *J* angegeben, welche eine Seitenansicht des Thoraxpanzers von *Potamobius* zeigt. Sie befindet sich hinter der gewöhnlich einfach als Cervicalfurche bezeichneten Furche, deren Entstehung aus



Textfig. 1 bis 6.

Cephalothoraxpanzer in der Seitenansicht von
1 *Potamobius astacus*, 2 *Astacus gammarus*,
3 *Pandalus pristis*, 4 *Upogebia litoralis*,
5 *Galathea strigosa*, 6 *Pagurus arrosor*.
(2 und 4 Kopien nach Boas). In Textfig. 1 sind die Furchen mit den von Boas gebrauchten Buchstaben bezeichnet. Textfig. 1 und 3 zeigen die Insertionsfläche (J) des Schalenschließers durch eine punktierte Linie angegeben. In den übrigen Textfiguren ist bloß die Insertionsstelle des Schalenschließers von mir bezeichnet.

zwei beim Hummer getrennten Furchen (*b* und *c*) schon von Boas (1) sehr richtig erkannt wurde, und zwar oberhalb der kurzen nach hinten gerichteten Nebenfurche, die im Anschluß

an die von Boas verwendeten Bezeichnungen sich als homolog mit der Furche b' des Hummerpanzers erweist, eine Homologisierung, deren Richtigkeit sich aus der an gleicher Stelle erfolgenden Insertion des Schalenmuskels beim Hummer ergibt (vergleiche Textfig. 2). Die Insertionsstelle des Schalenschließmuskels an der Schale hat ovale Gestalt und zeigt einen nicht unbeträchtlichen Umfang.

Während die Länge der Muskelfasern des Schalenschließmuskels von *Nebalia* im Vergleich zum sehnigen Teil nach der Abbildung 5 auf Taf. IX der Abhandlung von Claus etwa 2 : 1 beträgt, ist das Verhältnis von Muskelfaser und Sehne beim Flußkrebs beiläufig 2 : 10.

In Rücksicht auf die geringe Länge der Muskelfasern kann dieser Muskel beim Flußkrebs verglichen mit *Nebalia* kaum eine bemerkenswerte Wirkung auf Annäherung der seitlichen Schalenteile ausüben, welche übrigens nach Form und Festigkeit eine ausgiebigere Annäherung auch nicht gestatten, wogegen die in zwei seitliche Klappen gegliederte weiche *Nebalia*-Schale eine solche zuläßt. Es muß demnach der Schalenschließer von *Potamobius* als rudimentär bezeichnet werden, wie auch W. Schmidt der Meinung Ausdruck gibt, daß dieser Muskel mehr zur Befestigung als zur Kontraktion dient. Seine Funktion wird wohl am besten der eines Sehnenspanners (Tensor) zu vergleichen sein.

Die Beweise für die Richtigkeit der Homologisierung dieses Muskels von *Potamobius* mit dem Schalenschließer von *Nebalia*, die als alte Malakostrakenform zunächst beim Vergleiche in Frage kommt, liefern 1. die Insertion, 2. die topischen Verhältnisse und 3. die Innervation.

Bei *Nebalia* ist der Schalenschließer ein quer durch den Körper verlaufender zweibäuchiger Muskel, dessen beiderseitige an der Schale inserierte Teile durch eine mittlere Sehne verbunden sind. Beim Flußkrebs geht dieser Charakter des Schalenschließers verloren in Folge der Kürze der Muskelfasern und zu Folge der scheinbaren Unterbrechung, welche die sehnige mittlere Verbindung durch die Einschaltung des Kopfapodems erfährt. Das dem Endophragmalsystem zugehörige Kopfapodem, welches im wesentlichen

aus zwischeneinander greifenden tiefen paarigen Einsenkungen der Haut, beziehungsweise der Hautkutikula besteht, wird aber dorsal von einem Querbande bedeckt, das die beiderseitigen medialwärts vorspringenden Teile (Mesophragma Milne Edwards) des Kopfapodems verbindet und in einem Teile dem medianen Sehnenabschnitte des Schalenschließers von *Nebalia* entspricht.

Und zwar entspricht der hinterste frei über das Kopfapodem vorragende Abschnitt (Fig. 1 *SMs*) dieses Querbandes der medianen Sehne des Schalenschließers, während der gleichfalls über das Kopfapodem vorragende vorderste Teil des Querbandes (Fig. 1, *Mds*) die mediane Sehne der querverlaufenden Mandibelmuskulatur ist. Im Zusammenhange mit der mächtigen Ausbildung des Kopfapodems erscheinen aber beide Sehnen reduziert. Man kann sich diese Sehnenrudimente gut zur Anschauung bringen, wenn man die Sehnenhaut des Kopfapodems abpräpariert. Dann findet man am Vorderrande derselben ein Bändchen, das zur queren Mandibelmuskulatur zieht, desgleichen am Hinterrande ein gleiches Bändchen, welches die beiderseitigen Schalenschließer verbindet. In Fig. 1, auf die bereits verwiesen wurde, sind die beiden Sehnenabschnitte gut zu erkennen.

Eine weitere Stütze für die Richtigkeit dieser Auffassung gibt der Vergleich mit den Verhältnissen bei der Macrura Natantia. Bei diesen, am deutlichsten bei *Penaeus membranaceus* (Fig. 4), heben sich quere Mandibelsehne und mediane Schalenschließersehne scharf ab, wenngleich auch hier zwischen beide sich ein Apodem einschiebt, das jedoch in seiner Entwicklung nicht die Komplikation wie bei *Potamobius* aufweist. Insbesondere am Medianschnitte durch den Cephalothorax sind diese Verhältnisse gut zu übersehen. Im Gegensatze zu den übrigen von mir daraufhin untersuchten Gattungen der Macrura Natantia (*Palaemon, Leander, Pandalus*) sind bei *Penaeus membranaceus* quere Mandibelsehne und Schalenschließersehne weiter voneinander entfernt. Dieses Verhalten entspricht wohl einem ursprünglichen und schließt am besten an die bei *Nebalia* bestehenden Verhältnisse an, bei der die quere Mandibelsehne und die mediane Sehne

des Schalenschließers im Segmente der Mandibel und der 1. Maxille hintereinander folgen (vgl. Claus [4], Taf. VII, Fig. 9).

Die Richtigkeit des Vergleiches dieses Querbandes, beziehungsweise des hinteren Abschnittes desselben von *Potamobius* mit dem medianen Sehnenabschnitte des Schalenschließers von *Nebalia* folgt auch daraus, daß, gleicherweise wie sich bei *Nebalia* die transversalen ventralen Muskeln der 1. Maxille an der vorderen und ventralen Partie der Sehne des Schalenschließers inserieren, so auch bei *Potamobius* die transversal verlaufenden ventralen Muskeln der 1. Maxille (so der Musculus promotor, remotor, levator, depressor und adductor medialis coxopoditis I. maxillae) am eingeschobenen Kopfapodem ihre mediale Insertion finden.

Das Querband am Kopfapodem beschreibt W. Schmidt als Musculus compressor endophragmalis 1. Von diesem Muskel gibt Schmidt folgendes an: »In der Hauptsache sehniger Natur, übernimmt er wohl weniger die Funktion der Kontraktion als die einer festen Verbindung und eines guten Abschlusses des unter ihm liegenden Unterschlundganglions gegen den auf ihm lastenden Magen.« Schon nach dieser Darstellung ist es zweifelhaft, ob es sich hier überhaupt um einen Muskel handeln kann. Durch histologische Untersuchung dieser Querverbindung habe ich mich weiter überzeugt, daß sie nur aus straffem Bindegewebe besteht, somit kein Muskel ist.

Anhangsweise möge hier zugefügt werden, daß die von W. Schmidt als Musculus compressor endophragmalis 2 bezeichnete Querverbindung zwischen den beiderseitigen Verzahnungen des hinteren horizontalen Fortsatzes des Kopfapodems mit den Fortsätzen der folgend anschließenden Apodeme (Fig. 1 *Q*) gleichfalls kein Muskel, sondern bloß eine Bandverbindung ist. Übrigens gibt auch W. Schmidt für diesen vermeintlichen Muskel Mangel der Kontraktionsfähigkeit an.

Ein zweites Beweismittel für die Homologie des von mir als Schalenschließer bezeichneten Muskels von *Potamobius* mit dem Schalenschließer von *Nebalia* ergibt sich

aus den Lagerungsverhältnissen der ihn umgebenden Muskulatur.

Der Musculus adductor posterior der Mandibel von *Potamobius*, welcher zu beiden Seiten des Kaumagens an der Dorsalwand der Schale entspringt, verläuft dorsoventral mit seiner Sehne vor dem als Schalenschließer gedeuteten Muskel zur Mandibel (Fig. 1 *R*). Gleiches Verhalten trifft für den nach Claus die Mandibel adduzierenden Muskel von *Nebalia* zu. Auch der Musculus abductor coxopoditis I. maxillae von *Potamobius* überkreuzt vorn, beziehungsweise dorsal den vermeintlichen Schalenschließer (Fig. 1 *Ac*); jener Muskel entspringt dicht hinter der Nackenfurche der Schale oberhalb des als Schalenschließer erkannten Muskels und zieht zum lateralen Teile der Basis des Coxopodits der 1. Maxille. Ein gleichverlaufender Muskel findet sich bei *Nebalia* vor: er zieht gleichfalls in dorsoventralem Verlaufe vor dem Schalenschließer von der Dorsalwand der Schale dicht oberhalb der Insertion des Schalenschließers zum lateralen Teile der Basis der 1. Maxille (vgl. Claus [4], Taf. IX, Fig. 4 *Mi Mc*, Taf. XIII, Fig. 4 *Mx' M*).[1]

Das dritte Beweismittel gibt die Innervation. Bei *Nebalia* wird nach den Angaben von Claus der Schalenschließer vom 1. Maxillarganglion innerviert, und zwar ist es ein dorsaler Nerv, der die Innervation dieses Muskels besorgt. Gleiches gilt von *Potamobius*. Nach Keim's Publikation (9) über das Nervensystem von *Potamobius* wird auch bei *Potamobius* der von mir als Schalenschließer betrachtete Muskel von einem dorsalen Nerven (Nervus superior primus) versorgt, der seiner sonstigen Verbreitung nach dem 1. Maxillarsegmente angehört und auch seinem Ursprunge am Unterschlundganglion gemäß der Partie des 1. Maxillarganglions entspricht. Er versorgt außer dem als Schalenschließer gedeuteten Muskel noch den Musculus dorsoventralis anterior, sowie die äußeren

---

[1] Claus gibt p. 49 noch an, daß zum 1. Maxillarsegmente gehörige dorsoventrale Muskeln auch hinter dem Schalenschließer verlaufen. Es scheint diese Angabe jedoch irrtümlich zu sein, wenigstens ist in der oben angeführten Fig. 4, Taf. XIII nur ein vor dem Schalenschließer herabziehender Muskel zu sehen.

Insertionsabschnitte des Musculus abductor und adductor lateralis coxopoditis der 1. Maxille.

Fassen wir die Resultate dieser Untersuchung zusammen, so ergeben sie, daß der von W. Schmidt als Musculus dorsoventralis posterior bezeichnete Muskel von *Potamobius* tatsächlich dem Schalenschließer der *Nebalia* und *Limnadiden* homolog und demnach als Musculus adductor testae richtig zu bezeichnen ist. Er gehört wie bei den zuletzt genannten Formen dem 1. Maxillarsegmente an. Auch bei *Limnadia* wird der Schalenschließer von einem dorsalen Nerven des 1. Maxillarganglions versorgt. Und es möge noch hinzugefügt werden, daß nach Lage und Innervation in gleicher Weise der Schalenschließer der *Ostracoden* dem Schalenschließer der oben genannten Krebse morphologisch gleichwertig ist. Nach Claus ist es in gleicher Weise bei Halocypriden ein dorsales Nervenpaar aus dem Maxillarganglion (das dem 1. Maxillarganglion der Malakostraken entspricht), welches wahrscheinlich zum Schalenmuskel (Claus [5], Taf. XXV, Fig. 6, 6′ *N*) geht.

Es möge hier besonders hinzugefügt und hervorgehoben werden, daß der Schalenschließer (Musculus adductor scutorum) der Cirripedien (desgleichen des sogenannten Cyprisstadiums der Cirripedien) nicht dem Schalenschließer der früher genannten übrigen Crustaceen homolog ist, mit dem er gewöhnlich in einer Reihe angeführt wird. Der Schalenschließer der Cirripedien, ebenso des sogenannten Cyprisstadiums, liegt kopfwärts vom Ösophagus vor den Mundteilen, während der Schalenschließer aller übrigen früher angeführten Krebse hinter dem Ösophagus zwischen Darm und Bauchnervensystem seine Lage hat. Er muß aus diesem Grunde als eine spezielle Bildung der Cirripedien angesehen werden.

Es handelt sich nunmehr darum, nachzuweisen, wieweit verbreitet der Schalenschließer bei den Dekapoden vorkommt. Daß er sich bei den nahestehenden Macrura Reptantia, so beim Hummer (*Astacus gammarus*), wo ihn auch W. Schmidt beobachtet hat, und bei *Nephrops norvegicus* in wesentlich gleicher Ausbildung findet, erscheint mit Rücksicht auf die

enge verwandtschaftliche Stellung zum Flußkrebs naheliegend. Ich habe ihn selbst beim Hummer und bei *Nephrops* präpariert, möchte ihn aber nicht mit Schmidt beim Hummer als verhältnismäßig schwach entwickelt bezeichnen. Daß sich beim Hummer die Insertion an der Schale (Textfig. 2 *J*) hinter der von Boas mit *b'* bezeichneten Furche in dem von dieser mit der aufsteigenden Furche *e* gebildeten Winkel findet, wurde bereits früher bemerkt. Diese Stelle springt an der Schale etwas buckelförmig vor. Die Insertionsstelle erschien an dem von mir untersuchten konservierten Exemplare als hellere etwas gefelderte Stelle und wurde von Herrick (7a) bei dem amerikanischen Hummer als besonderer Fleck beobachtet. Es möge noch hinzugefügt werden, daß an gleicher Stelle bei *Nephrops* die Schaleninsertion des Schalenschließers ihre Lage hat.

Von besonderem Interesse erwies sich die Untersuchung der Macrura Natantia, da es sich, wie zu erwarten war, herausstellte, daß hier der Schalenschließer nicht wie bei den Astaciden rudimentär ist, sondern volle Entwicklung ähnlich wie bei *Nebalia* zeigt. Ich habe ihn bei *Penaeus trisulcatus* (*caramote*), *P. membranaceus* und *P. semisulcatus*, bei *Palaemon carcinus* (?), *Leander squilla*, *Pandalus pristis* und *Athanas nitescens* untersucht und überall im wesentlichen die gleichen Verhältnisse vorgefunden.

Der Schalenschließer ist in allen diesen Fällen stark ausgebildet, inseriert sich einerseits an einem medianen Sehnenblatte, andrerseits lateral an der Schale, gleichwie bei den Astaciden dorsal von der Übergangsstelle des eigentlichen Kiemenraumes in den vorderen Ausgangskanal desselben, in welchem der Anhang der 2. Maxille schwingt. Das mittlere Sehnenblatt steht mit einer wenig komplizierten Endophragmabildung, die hinter der 1. Maxille ihren Ursprung hat, in Verbindung. Der Muskel nimmt die ganze Länge zwischen medianem Sehnenblatt, beziehungsweise Endophragma, und der Schale ein (Fig. 2, 4, 7, 8 *SM*). Er ist dorsoventral abgeflacht, bandförmig und nicht wie bei *Nebalia* gegen die Schaleninsertion hin verbreitert; er hat im Gegensatze zu dem der Astaciden, wo er quer zur Längsachse des Körpers

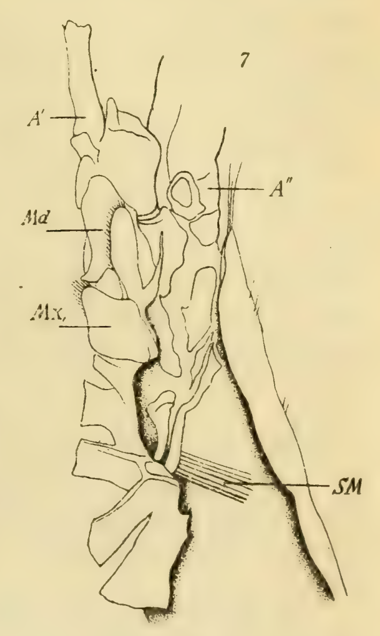
verläuft, bei den meisten Macrura Natantia einen schräg nach hinten und lateral gerichteten Verlauf (vgl. Fig. 2 *SM*), daher an Querschnitten, wie solche von *Athanas nitescens* in Fig. 7 und 8 abgebildet sind, die Insertion an der Schale und am medianen Sehnenblatte nicht auf demselben Schnitte getroffen werden. Die Insertion des Schalenschließers an der Schale ist, wenigstens an konservierten Tieren, bei *Pandalus pristis*, *Leander squilla* und bei dem großen *Bithynis* (*Palaemon*) *gaudichaudi* bei Betrachtung der Schale von außen deutlich umschrieben zu sehen und von *Pandalus* in Textfig 3 *J* von mir abgebildet.

Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß die Wirkung des Schalenschließers bei den Macrura Natantia eine ausgiebige ist, zumal es sich in allen diesen Fällen um eine leichte und biegsame Schale handelt.

Auch in der Gruppe der Decapoda Anomura habe ich bei allen daraufhin untersuchten Formen den Schalenschließmuskel gefunden, so bei *Pagurus arrosor* (*striatus*), bei *Upogebia litoralis* und bei *Galathea squamifera*. Der Schalenschließer gleicht in seiner Ausbildung bei *Pagurus* und *Upogebia* jenem der Macrura Natantia. Wie bei diesen nimmt er die ganze Länge zwischen medianem Sehnenblatt, beziehungsweise eingeschobenem breitem Endophragma und Schale ein. In seinem etwas schräg nach hinten gerichteten Verlaufe wiederholt er die bei den Macrura Natantia gefundenen Verhältnisse. Seine Insertion an der Schale findet sich bei *Upogebia* oberhalb der von Boas mit *b'* bezeichneten Schalenfurche (Textfig. 4 *J*) an einer grubenförmig vertieften Stelle, bei *Pagurus* an der Schalengrube hinter dem oberen verbreiterten Ende des vorderen dorsoventral verlaufenden harten Schalenstückes (siehe Textfig. 6 *J*). Bei *Pagurus* ist der Schalenschließer in Folge der Dünnhäutigkeit der Schale von der Kiemenhöhle her gut sichtbar und ich habe in Textfig. 7 ein Bild desselben gegeben.

Etwas anders verhält sich der Schalenschließer bei *Galathea* (Fig. 5 *SM*). Erstens verläuft er hier wie bei den Astaciden quer zur Medianebene und zweitens ist sein medialer sehniger Teil länger, so daß in Folge davon auch diesbezüglich eine

gewisse Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei Astaciden besteht. Seine laterale Insertion erfolgt am vorderen Teile des ventralen abgegliederten Teiles der seitlichen Schalenlamelle (Textfig. 5 *I*) an einer äußerlich leicht auffindbaren grubenförmig vertieften Stelle, an welcher die Schalenkutikula gegen innen zu einen buckelförmigen Vorsprung bildet. Bei durchfallendem Lichte erscheint diese Stelle als durchscheinender Fleck.



Textfig. 7.

Linke Hälfte des vorderen Teiles des Cephalothorax von *Pagurus arrosor* (*striatus*), nach Entfernung der Extremitäten bis zur 1. Maxille. An der Übergangsstelle der Kiemenhöhle in deren vorderen Ausgangskanal ist der Schalenschließer durch die zarte Kutikula hindurch sichtbar. Vergr. 4/1.

Die kräftige Ausbildung des Schalenschließers und die Weichheit, beziehungsweise Nachgiebigkeit der Schale läßt auch bei den Anomura auf eine ausgiebige Wirkungsweise dieses Muskels für eine Annäherung der Seitenteile der Schale schließen.

Von der Macrura Reptantia habe ich außer den bereits besprochenen Astaciden noch *Palinurus*, allerdings an nicht genügendem Material untersucht. Ich vermochte einen Schalenschließer hier nicht aufzufinden und auch in der Abhandlung von Parker und Rich (13) über die Muskulatur von *Palinurus Edwardsii* vermisse ich einen Muskel, der dem Schalenschließer entsprechen würde. Es scheint demnach, daß dieser Muskel hier vollständig rückgebildet ist, was in Anbetracht des starken Schalenpanzers leicht zu verstehen wäre.

Was endlich die Brachyura anbelangt, so gelang es mir nicht, bei den daraufhin untersuchten Formen *Homola barbata*, *Maja squinado* und *Cancer pagurus* einen dem Schalenschließer der Macrura homologen Muskel zu finden. Ebensowenig läßt Pearson's (14) Beschreibung der Muskulatur von *Cancer pagurus* einen entsprechenden Muskel erkennen. Es ist somit, auch schon mit Rücksicht auf die eigentümliche Entwicklung des Cephalothorax, für die Brachyuren die erfolgte Rückbildung des Schalenschließers anzunehmen.

Als Ergebnis dieser Untersuchung stellt sich heraus, daß bei den meisten *Decapoda Macrura* und bei den *Anomura* ein Schalenschließer vorhanden ist. Es ist nun auf Grund dieser Erfahrung bestimmter zu erwarten, daß er auch den Schizopoden zukommt. Wie weit er sonst bei den Eumalacostraca verbreitet ist, müssen weitere Beobachtungen zeigen. Jedenfalls kann in der Charakteristik der Eumalacostraca, wie sie Calman (3) gibt, der Mangel des Schalenschließers als Merkmal nicht aufrecht erhalten werden.

Zum Schlusse der Abhandlung möchte ich einige weitere Beobachtungen uber die Kopfmuskulatur der Dekapoden und allgemeine Bemerkungen über die Muskulatur der Crustaceen anfügen.

Die Morphologie der Crustaceenmuskulatur steht noch am Anfange. Es liegen zwar einige gute und ausführliche Untersuchungen über die Muskeln einzelner Vertreter der Krebsgruppe vor, die jedoch zu einer Vergleichung nicht genügen. Aus einer vergleichenden Untersuchung wird sich zum Teil auch erst eine entsprechende richtigere Nomenklatur der Muskeln herausbilden. Diesbezüglich sei beispielsweise auf die gewiß mehrsagende Bezeichnung des Musculus dorsoventralis posterior von *Potamobius* als Schalenschließer (Musculus adductor testae) verwiesen, die aus der vergleichenden Untersuchung folgt.

Ich möchte gleich noch eine Namensänderung für den von W. Schmidt bei *Potamobius* als Musculus dorsoventralis anterior benannten Muskel in Vorschlag bringen. Dieser Muskel (Fig. 1 und 6 *Dv*) entspringt lateral von der Dorsalseite des Kopfapodems und besteht aus nur kurzen Muskelfasern, die

bald in eine lange dünne Sehne übergehen, welche schräg dorsolateral verläuft und sich vor der Insertion des Adductor posterior mandibulae mit einer geringen Verbreiterung an der Schale befestigt. Er dient, wie Schmidt zutreffend bemerkt, »in der Hauptsache zur Befestigung.« Immerhin handelt es sich bei seiner Funktion um ein aktives Festhalten des durch Insertion zahlreicher Muskeln stark beanspruchten Kopfapodems. Es ist somit dieser Muskel nach einer von Claus bei *Nebalia* gebrauchten Bezeichnung als Spanner (Tensor) des Sehnenblattes zu bezeichnen und ist einem solchen auch morphologisch gleichwertig. Da der in Rede stehende Musculus dorsoventralis anterior vom ersten dorsalen Nerven des Unterschlundganglions versorgt wird, dessen Verbreitung das Gebiet der Muskulatur der 1. Maxille betrifft, muß er wohl dem Segmente der 1. Maxille zugezählt werden. Aus diesen Gesichtspunkten möchte ich ihn als Musculus tensor dorsoventralis maxillaris bezeichnen.

Ich habe diesen Tensor maxillaris auch bei den von mir untersuchten Macrura Natantia *Penaeus membranaceus*, *Palaemon carcinus* (?), *Leander squilla* und *Pandalus pristis* gefunden, mit dem Unterschiede, daß seine Insertion an der Schale verhältnismäßig breiter als bei *Potamobius* ist, und bei *Palaemon carcinus* sich gegen die Schaleninsertion weiter in einige Äste zerteilt. Auch liegt die Insertion seiner Muskelfasern am Kopfapodem nicht wie bei *Potamobius* wenigstens zum größeren Teile oberhalb des Schalenschließers, sondern vor der medianen Sehne desselben, insbesondere bei *Penaeus* sehr auffällig; wie überhaupt bei *Potamobius* alle mit dem Kopfapodem verbundenen Muskelinsertionen im Vergleich zu den bei den Garneelen bestehenden Verhältnissen zusammengedrängt erscheinen (vgl. 2, 3, 4 *Dv*).

Außerdem ist bei den genannten Macrura Natantia eine Verfestigung der Mandibelsehne vorhanden, die sich bei *Potamobius* nicht findet. Dieselbe erfolgt durch einen Muskel und ein Ligament.

Der Muskel (Fig. 2, 3, 4 *G*) weist nur kurze Fasern auf, die sich dorsolateral an der queren Mandibelsehne ansetzen und alsbald in eine platte Sehne übergehen, welche an der

Innenseite des später noch zu beschreibenden Depressors des Vorderkopfes (*B*) in etwas schräg gegen vorne gerichtetem Verlaufe nach der Dorsalwand der Schale emporsteigt und sich an derselben befestigt. Diese Sehne bleibt bei *Penaeus membranaceus* (Fig. 4) eine einheitliche, verbreitert sich nur gegen die Insertion an der Schale allmählich. Bei den drei übrigen genannten Garneelen dagegen zerteilt sie sich alsbald fächerförmig in eine größere Anzahl sich weiter verzweigender Äste (Fig. 2, 3), deren Insertion eine lange Strecke des Panzers umspannen. Es handelt sich in diesem Muskel wieder um einen Tensor, den ich als Musculus tensor dorsoventralis mandibularis bezeichnen will. Er entspricht dem gleichverlaufenden Muskel bei *Nebalia*, mit dem er auch die Übereinstimmung zeigt, daß von ihm, und zwar seinem hintersten Sehnenabschnitte noch ventral und kopfwärts verlaufende Muskelfasern (in der Figur nicht dargestellt) abgehen, die wahrscheinlich an den Kaumagen sich ansetzen, wie bei *Nebalia* kurze Muskelfasern von der Sehne dieses Muskels zur Wandung des Kaumagens ziehen (vgl. Claus [4], Taf. XI, Fig. 9 *Md Ma*).

Was das Ligament (Fig. 2, 3, 4 *Li*) betrifft, so entspringt es an der queren Mandibelsehne hinter dem Tensor mandibularis und verläuft nach hinten und dorsalwärts zur Dorsalwand der Schale, wo es hinter der Sehne des Tensor maxillaris seine zweite Befestigung findet. In seinem Verlaufe überkreuzt es an der Medialseite die Sehne des Tensor maxillaris und ist an der Überkreuzungsstelle mit dieser Sehne verbunden. In seiner Form ist das Ligament, das ich als Ligamentum dorsoventrale mandibulare bezeichnen will, ein plattes Band, das sich gegen die dorsale Insertionsstelle zu verbreitert, bei *Palaemon carcinus* (?) in eine Anzahl Äste sich unterteilt. Bei *Penaeus membranaceus* (Fig. 4) ist das Bild ein etwas verschiedenes, wenngleich auch hier dieselben Verhältnisse bestehen. Bei diesem Tiere sieht man hinter der Insertion des Tensor mandibularis ein schmales Ligament abgehen, das nach hinten zum Tensor maxillaris verläuft, und von der Stelle, wo beide sich vereinigen, ein Ligament in mehr dorsoventralem Verlaufe hinter der Sehne

des Tensor maxillaris zur Dorsalwand der Schale ziehen. Es sieht beim ersten Anblick so aus, als würde dieses hintere Ligament zum Tensor maxillaris gehören. Genauere Untersuchung mit Hilfe des Mikroskops zeigt aber, daß das hintere Ligament die Fortsetzung des zwischen Mandibelsehne und Sehne des Tensor maxillaris ausgespannten Ligamentes ist, somit auch hier eine Überkreuzung des Ligamentum dorsoventrale mandibulare mit dem Tensor maxillaris stattfindet, wie sie für die Garneelen oben beschrieben wurde.

Die fächerförmige Sehne des Tensor mandibularis, das Ligamentum dorsoventrale mandibulare und der Tensor maxillaris liegen der Innenseite eines bereits erwähnten kräftigen Muskels (Fig. 2, 3, 4 *B*) an, der sich einerseits mit breiter Fläche an der Seitenwand der Schale befestigt und sich verschmälernd in schräg ventralwärts gerichtetem Verlaufe gegen die Basis der 1. Antenne zu verfolgen ist. Seine hintere Insertion reicht bis über den Schalenschließer und den Adductor posterior mandibulae hinaus zur thoracoabdominalen Muskulatur. Seine vordere Insertion findet dieser Muskel aber nicht an der Basis der 1. Antenne, sondern mittels einer starken Sehne an dem hinteren ventralen Rand eines beweglich dem Cephalothorax eingelenkten unpaaren ringförmigen, am besten bei *Penaeus* ausgebildeten, bei *Palaemon* dorsal sehr schmalen Stückes, an welchem die beiden ersten Antennen eingelenkt sind und dem dorsal von ihnen auch die Stielaugen ansitzen; dieses bewegliche Stück ist der gelenkig abgesetzte Vorderkopf. Der in Rede stehende Muskel setzt sich somit an den Vorderkopf an und zieht diesen nach abwärts; ich benenne ihn daher Musculus depressor sincipitis. Bei *Potamobius* ist der Vorderkopf nicht beweglich abgesetzt und ich vermochte einen dem Depressor sincipitis entsprechenden Muskel nicht zu finden.

Hingegen findet sich bei *Nebalia* ein umfangreicher gleichgelagerter Muskel, der laterodorsal am Integumente oberhalb der Mandibel und des Schalenschließers, noch über diesen hinaus bis vor den Ansatz der dorsalen Rumpfmuskeln (vgl. Claus [4], Taf. XIII, Fig. 4 *A'M*) entspringt und schräg nach vorn und ventral verlaufend nach der Angabe von Claus

in die erste Antenne eintreten und diese gegen die Bauchseite adduzieren soll. Letztere Angabe von Claus ist jedoch nicht zutreffend und aus der zitierten Abbildung geht auch hervor, daß Claus die vordere Insertion des Muskels nicht deutlich gesehen hat. Dieser Muskel geht vielmehr vorn in eine dünne Sehne über, die nicht in die erste Antenne eintritt, sondern sich an dem ventralen hinteren Rande des auch hier beweglich dem Cephalothorax eingelenkten Vorderkopfes ansetzt, an dem die 1. Antennen und die Stielaugen sitzen. Demnach stimmt dieser Muskel in Verlauf und Insertion mit dem bei den *Macrura Natantia* beschriebenen Musculus depressor sincipitis vollkommen überein, dem er als homolog anzusehen ist. Er kann daher bei *Nebalia* nicht weiter als Adductor der 1. Antenne gelten.

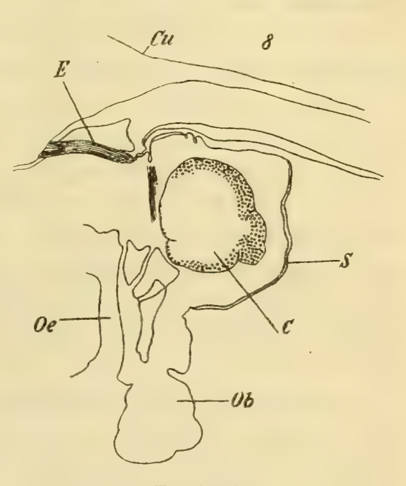
Dem besprochenen Depressor sincipitis wirkt bei *Nebalia* ein kürzerer Muskel entgegen, der nach Claus dorsal hinter der vorderen Schalenklappe am Integumente oberhalb der Insertion der in die 2. Antenne eintretenden Muskeln entspringt und zum hinteren dorsalen Rande des Vorderkopfes zieht, als dessen Heber er fungiert.

Ein gleichwertiger Muskel ist auch bei den *Macrura Natantia* vorhanden. Er entspringt hier dorsal dicht hinter dem Ursprunge des (der vorderen Schalenklappe von *Nebalia* homologen) Rostrums der Schale und zieht zum dorsalen Rande des Vorderkopfes (Textfig. 8). Die beiderseitigen Muskel stehen an ihrer hinteren Ansatzstelle nahe beieinander und werden bloß durch die zwischen ihnen durchlaufende Aorta cephalica getrennt; gegen die vordere Insertion konvergieren sie bis zu voller Nebeneinanderlagerung. Ich will diesen Muskel als Musculus levator sincipitis bezeichnen. Er ist im Vergleich zu demselben Muskel von *Nebalia* kürzer und schwächer. Während er bei *Nebalia*, wie Claus angibt und ich durch eigene Beobachtung bestätigen kann, aus einem vorderen und umfangreicheren hinteren Bündel besteht, läßt er bei den *Macrura Natantia* keine deutlich getrennten Bündel erkennen.

Ob etwa der M. oculi basalis posterior von *Potamobius* auf den Levator sincipitis der *Macrura Natantia* zurückzuführen ist, mag dahingestellt bleiben.

Die bei *Nebalia* und den *Macrura Natantia* bestehenden übereinstimmenden Verhältnisse in der Muskulatur zeigen wieder die nahe verwandtschaftliche Beziehung zwischen *Nebalia* und den *Eumalacostraca*.

Mit der Existenz sowie mächtigen Ausbildung vor allem des M. depressor sincipitis und der dadurch bedingten stärkeren Inanspruchnahme des bei den *Macrura Natantia* leichten Schalenpanzers hängt wohl die starke Ausbildung der Sehne des Tensor der queren Mandibelsehne und das Vorhandensein eines dorsoventralen Mandibelligamentes zusammen.



Textfig. 8.
Vorderster Teil des Cephalothorax von *Athanas nitescens* im Längsschnitt, mit dem Musculus levator sincipitis. Dorsal ist die Cuticula abgehoben. Vergr. 45/1.

Im Anschluß möchte ich noch des von Schmidt als Musculus ventralis capitis bezeichneten Stranges von *Potamobius* gedenken. Dieser Strang (Fig. 1 *VI*) verläuft die Mandibel überspannend zwischen dem vorderen lateralen Fortsatze des Kopfapodems und dem lateralen hinteren Ende des Epistoms, an dem er nach Schmidt's Angabe in wenige kurze Muskelfasern auslaufen soll. Nach Schmidt ist er der einzige im Kopfe verlaufende Längsmuskel.

Ich habe diesen Strang genauer untersucht und gefunden, daß Muskelfasern in demselben fehlen. Er besteht aus straffem Bindegewebe und enthält eine zentrale, mit dünner Chitinlage ausgekleidete röhrige Einstülpung der Haut (ein Apodem allerdings weicher Natur), die an der Körperwand trichterförmig beginnt und sich bis zum Kopfapodem erstreckt. Die Mündung dieser Einstülpung ist am Epistom vor der Mandibel

als kleine Grube von außen sichtbar. Es handelt sich somit bei diesem Strange nicht um einen Muskel, sondern um ein Ligament, das ich als Ligamentum ventrale capitis bezeichnen will.

Die Möglichkeit aber wäre immerhin zu erwägen, ob dieses Ligament nicht aus einem Längsmuskel hervorgegangen sein könnte und ein Rudiment eines solchen vorstelle. Es ist dies aber nicht wahrscheinlich, wie der Vergleich mit der Muskulatur von *Limnadia* und vor allem von *Nebalia* lehrt. Bei ersterer Form reicht nach Nowikoff's Angabe die ventrale Längsmuskulatur bis an die Grenze zwischen Mandibel- und 1. Maxillarsegment, bei *Nebalia*, welche für die Beurteilung der Verhältnisse bei den *Eumalacostraca* in erster Linie in Betracht kommt, nur bis zur hinteren Grenze der Sehne des Schalenschließers, somit bis zum 1. Maxillarsegment. Im vorausgehenden Kopfabschnitte fehlen nach Claus ventrale und dorsale Längsmuskulatur. Diese Tatsachen führen zu dem Schluß, daß eine etwaige Zurückführung des Ligamentum ventrale capitis auf einen ventralen Längsmuskel kaum anzunehmen ist.

Schon bei früherer Gelegenheit wurde bemerkt, daß es sich in den von Schmidt als Musculus compressor endophragmalis 1 und 2 bezeichneten vermeintlichen Muskeln nicht um solche, sondern um Querbänder handelt, von denen ersteres am Vorderende die mediane Sehne des queren Mandibelmuskels, am Hinterende die mediane Sehne des Schalenschließers enthält.

W. Schmidt faßt diese beiden vermeintlichen Muskeln und den Musculus attractor epimeralis, der quer über die Ursprungsstelle der lateralen freien Duplikatur der Schale an dem lateralen Teile der Nackenfurche und an der Branchiocardialfurche verläuft, als Ringmuskeln auf.

Mir erscheint es fraglich, ob bei Arthropoden eine Ringmuskulatur sich findet, die etwa auf die Ringmuskulatur der Anneliden zurückzuführen wäre (nur die den übrigen Arthropoden etwas schärfer gegenüberstehenden *Onychophoren* weisen eine solche auf). Ich befinde mich da in Übereinstimmung mit Ray Lankester (10) sowie Bütschli (2), welche das Fehlen einer Ringmuskulatur bei typischen

Arthropoden hervorheben, und mit Giesbrecht (6), nach dessen Ansicht das Vorhandensein von aus der Ringmuskulatur der Anneliden ableitbaren Muskeln bei Crustaceen dahingestellt bleibt.

Literatur.

1. Boas. J. E. V., Studier over Decapodernes Slaegtskabsforhold. Vidensk. Selsk. Skr. 6. Raekke, naturvidensk. og mathem. Afd., I. Bd., København 1880.
2. Bütschli, O., Vorlesungen über vergleichende Anatomie. 2. Lfg. Leipzig 1912, p. 412.
3. Calman, W. T., On the Classification of the Crustacea Malacostraca. Ann. a. Magaz. of natur. Hist. London. 7. ser. vol. XIII. 1904, p. 157.
4. Claus, C., Über den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken. Arbeiten aus d. Zoolog. Institute d. Univ. Wien, Bd. VIII, 1888.
5. Claus, C., Die Halocypriden des Atlantischen Oceans und Mittelmeeres. Wien 1891, p. 35.
6. Giesbrecht, W., Crustacea. In: A. Lang, Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. Bd. IV, Jena 1913, p. 81.
7. Grobben, K., Zur Kenntnis des Stammbaumes und des Systems der Crustaceen. Diese Sitzungsber., Bd. 101, 1892, p. 271, 272.

7a. Herrick, F. H., Natural History of the American Lobster. Bulletin of the Bureau of Fisheries, Washington. Vol. 29, 1911, p. 242.

8. Huxley, T. H., Der Krebs. Eine Einleitung in das Studium der Zoologie. Internat. wissenschaftl. Bibliothek. XLVIII. Bd., p. 131, Fig. 39.
9. Keim, W., Das Nervensystem von Astacus fluviatilis (Potamobius astacus L.). Ein Beitrag zur Morphologie der Decapoden. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. CXIII, 1915, p. 524.
10. Lankester, E. Ray, The Structure and Classification of the Arthropoda. Quart. Journ. microsc. science. Vol. XLVII 1904, p. 527.

11. Milne Edwards, Observations sur le squelette tégumentaire des Crustacés Décapodes et sur la Morphologie de ces animaux. Annales des scienc. natur., 3. série, t. 16, 1851.
12. Nowikoff, M., Untersuchungen über den Bau der Limnadia lenticularis L. Zeitschr. für wissenschaftl. Zool. Bd. LXXVIII, 1905, p. 565 und 584.
13. Parker T. J. and Rich J. G., Observations on the Myology of Palinurus Edwardsii. Macleay Memorial Volume. Sydney 1893.
14. Pearson, J., Cancer. Liverpool Marine Biology Committee. XVI. London 1908.
15. Schmidt, W., Die Muskulatur von Astacus fluviatilis (Potamobius astacus L.). Ein Beitrag zur Morphologie der Decapoden. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. CXIII. 1915.
16. Suckow, Fr. W. L., Der Flußkrebs (Astacus fluviatilis). In: Anatomisch-Physiologische Untersuchungen der Insekten und Krustentiere. Bd. I, Heft 1. Heidelberg 1818. (Konnte ich nicht einsehen.)

Zusatz: Nachträglich habe ich ersehen, daß H. Coutière in seiner Abhandlung Les „Alpheidae“. Morphologie externe et interne, formes larvaires, Bionomie . (Ann. d. scienc. natur., Paris 1899, 8. série t. IX, p. 360—361) den von mir als Levator sincipitis erkannten und bezeichneten Muskel bei *Alpheus laevis* gut beschrieben hat.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung.

A' erste Antenne.
A'' zweite Antenne.
Ab Musculus abductor maior mandibulae.
Ac Musculus abductor coxopoditis I. maxillae.
Am Musculus adductor posterior mandibulae.
B Musculus depressor sincipitis.
C Cerebralganglion.
Cu Cuticula.
Dp Musculus depressor II. antennae.
Dv Musculus tensor dorsoventralis maxillaris (M. dorsoventralis anterior Schmidt).
E Musculus levator sincipitis.
G Musculus tensor dorsoventralis mandibularis.
H Hepatopankreas (Leber).
J Insertion des Schalenschließers an der Schale.
K Kopfapodem.
L ohrförmiger Lappen an der Außenwand der Kiemenhöhle.
Li dorsoventrales Ligament der queren Mandibelsehne (Ligamentum dorsoventrale mandibulare).
Md Mandibel.
Mds Sehne des queren Mandibelmuskels (mediane quere Mandibelsehne.)
mx_1 1. Maxille.
N Bauchganglienkette.
Ob Oberlippe.
Oe Oesophagus.
P Kaumagen.
Q Querband zwischen den beiderseitigen Verzahnungen der hinteren Fortsätze des Kopfapodems mit jenen der folgenden Apodeme.
R Sehne des Musculus adductor posterior mandibulae.
S Vorderkopf (Sinciput).
SM Schalenschließmuskel (M. adductor testae).
SMs mediane Sehne des Schalenschließmuskels.
Tha Musculus thoracalis anterior.
Thp Musculus dorsalis profundus thoraco-abdominalis.
Vl Ligamentum ventrale capitis (Musculus ventralis capitis Schmidt).

Tafelerklärung.

Fig. 1.

Vorderabschnitt des Cephalothorax von *Potamobius astacus*, dorsal geöffnet, nach Entfernung der Eingeweide, der Oesophagus quer durchschnitten, um das Kopfapodem mit der es umgebenden Muskulatur, darunter auch den Schalenschließer sichtbar zu machen. Vergr. 1·5/1.

Fig. 2.

Vorderabschnitt des Cephalothorax von *Palaemon carcinus* (?), dorsal geöffnet, nach Entfernung aller Eingeweide, behufs Freilegung des Schalenschließers und seiner Umgebung. Linkerseits der Tensor mandibularis und das Ligamentum mandibulare bis auf die ventralen Ansätze abgeschnitten, der Tensor maxillaris und der Depressor sincipitis entfernt. Vergr. 1·75/1.

Fig. 3.

Vorderabschnitt der rechten Cephalothoraxhälfte eines längsdurchschnittenen *Palaemon carcinus* (?) nach Entfernung der Eingeweide, von innen gesehen, um die Muskulatur der rechten Seite zu zeigen. Vergr. 1·75/1.

Fig. 4.

Vorderabschnitt des Cephalothorax von *Penaeus membranaceus*, dorsal geöffnet, nach Entfernung der Eingeweide behufs Freilegung des Schalenschließers und seiner Umgebung. Linkerseits der Tensor mandibularis und der Depressor sincipitis entfernt. Vergr. 3/1.

Fig. 5.

Vorderabschnitt des Cephalothorax von *Galathea squamifera*, dorsal geöffnet, nach Entfernung der Eingeweide, um den Schalenschließer freizulegen. Vergr. 3·5/1.

Fig. 6.

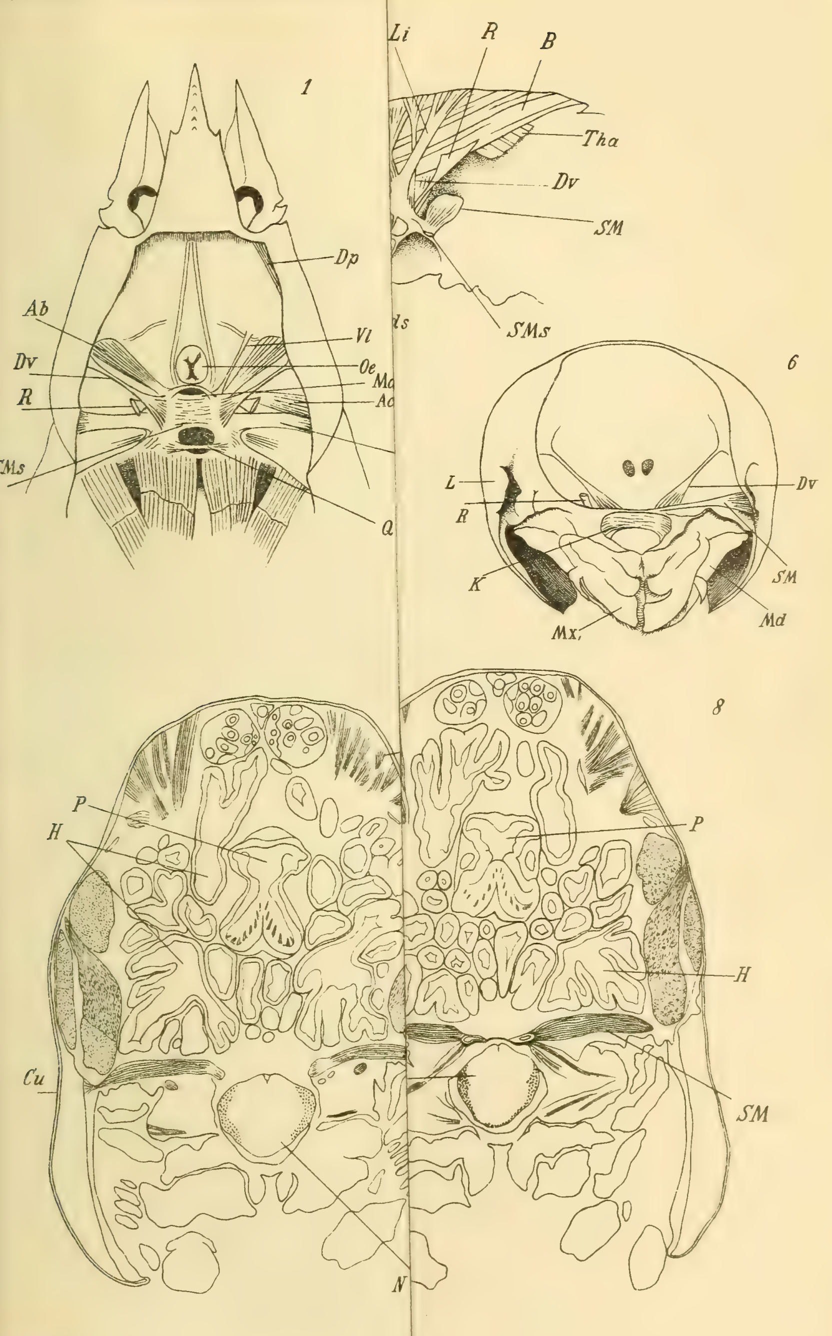
Cephalothorax von *Potamobius astacus*, an der Übergangsselle der eigentlichen Kiemenhöhle in den vorderen Ausgangskanal schräg durchschnitten. Die Schnittfläche von hinten gesehen, um die Lage des Schalenschließers, der rechterseits freigelegt ist, zu zeigen. Das Kopfapodem erscheint dabei schräg von unten gesehen. Vergr. 1·5/1.

Fig. 7.

Querschnitt durch den Cephalothorax von *Athanas nitescens* an der Übergangsstelle der eigentlichen Kiemenhöhle in ihren vorderen Ausgangskanal. Die Insertion des Schalenschließers an der Schale getroffen. Die Cuticula (*Cu*) der freien seitlichen Schalenduplikatur abgehoben. Vergr. 45/1.

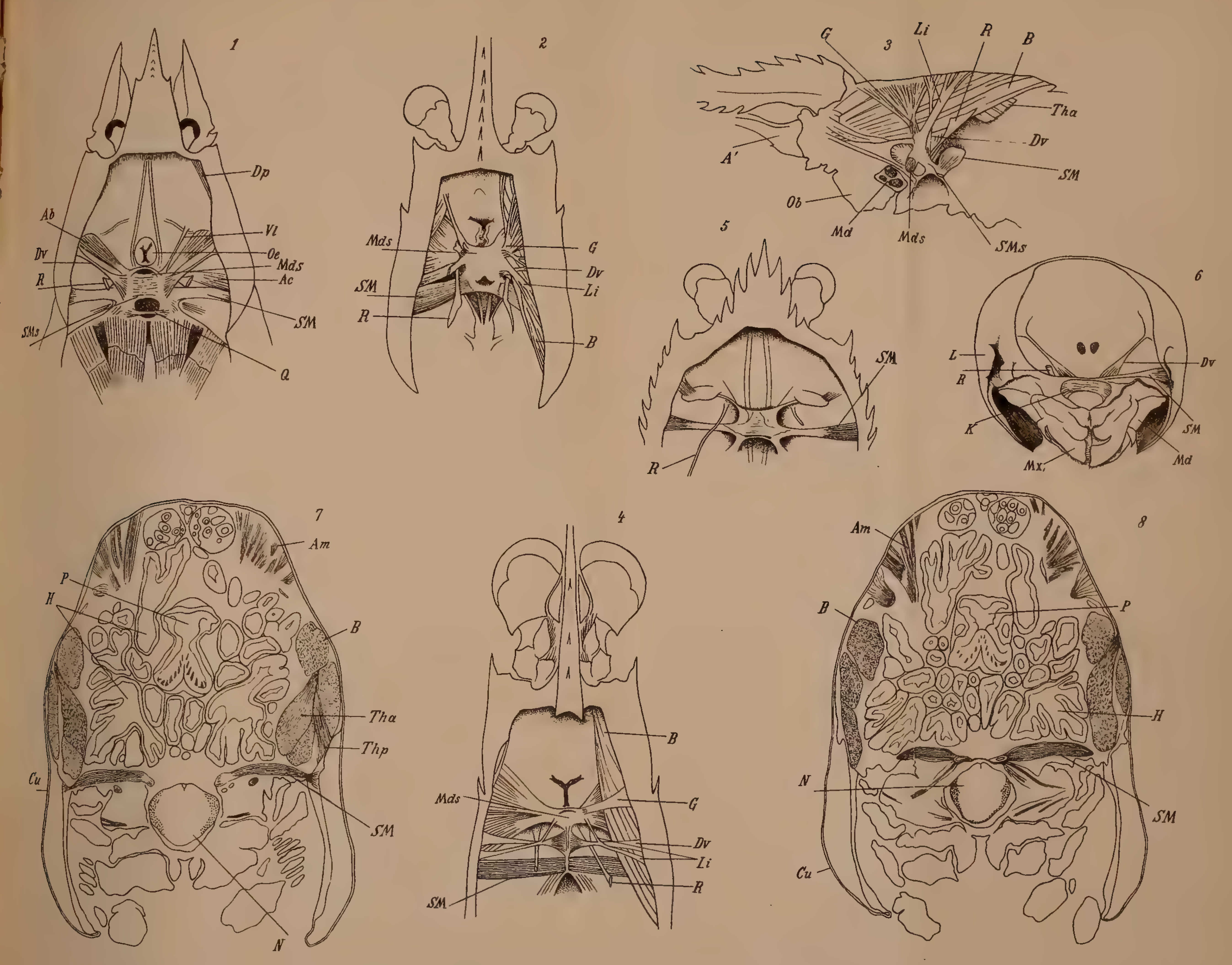
Fig. 8.

Querschnitt durch den Cephalothorax von *Athanas nitescens* etwas vor der Übergangsstelle der Kiemenhöhle in ihren vorderen Ausgangskanal. An demselben ist die mediane Sehne des Schalenschließers getroffen. Die Cuticula der freien seitlichen Schalenduplikatur abgehoben. Vergr. 45/1.


1
Dp
Ab
Dv
Vl
Oe
R
SMs
Q
Li
R
B
Tha
Dv
SM
SMs
6
L
Dv
R
K
SM
Md
Mx,
8
P
H
P
H
Cu
SM
N

Autor del.




1
Dp
Ab
Vl
Dv
Oe
Mds
R
Ac
SMs
SM
Q
2
Mds
G
Dv
SM
Li
R
B
3
G
Li
R
B
Tha
Dv
A'
SM
Ob
Md
Mds
SMs
5
SM
R
6
L
Dv
R
SM
K
Mx
Md
7
Am
P
H
B
Tha
Thp
Cu
SM
N
4
B
Mds
G
Dv
Li
R
SM
8
Am
B
P
H
N
SM
Cu

Autor del.



Über die Beziehungen zwischen den Belemnitidengattungen *Aulacoceras* Hau., *Asteroconites* Tell und *Dictyoconites* Mojs.

Von

Dr. Carl Diener
w. M. K. Akad.

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Juli 1917)

Die schönen Ergebnisse der Untersuchungen J. Wanner's und E. v. Bülow's an den Aulacoceratiden der Obertrias des indomalayischen Archipels und Abel's Belemnitidenstudien haben mich veranlaßt, meine Aufmerksamkeit neuerdings den Dibranchiaten der Hallstädter Kalke zuzuwenden. So dürftig auch das alpine Material der überreichen Ausbeute aus den Aufsammlungen der Expeditionen Wanner's und Molengraaf's in Niederländisch-Timor gegenüber erscheint, so kommt ihm doch eine bleibende Bedeutung schon insoferne zu, als die Typen der vier wichtigsten Gattungen der *Aulacoceratidae: Aulacoceras* Hau., *Asteroconites* Teil., *Dictyoconites* Mojs. und *Atractites* Gümb. aus demselben stammen. Auch hat sich dieses Material seit dem Abschluß der großen Monographie der Hallstätter Cephalopoden von E. v. Mojsisovics im Jahre 1902 nicht unwesentlich vermehrt. In der Tat ermöglicht es, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, eine Klarstellung der Beziehungen der einander ohne Zweifel sehr nahestehenden Gattungen *Aulacoceras-Asteroconites* einerseits und *Dictyoconites* andererseits. Ferner gestattet es die von E. v. Bülow zu niedrig eingeschätzten spezifischen Unterschiede zwischen den Aulacoceren der mediterranen

und indomalayischen Obertrias zu fixieren. Als eines der wichtigsten neuen Ergebnisse meiner Untersuchungen endlich erscheint der Nachweis einer Umkehrung in den Größenverhältnissen des ventralen und dorsalen Halbbogens an den Rostren von *Aulacoceras* und *Asteroconites* bei fortschreitendem Wachstum, so daß von den beiden durch die lateralen Hauptrinnen begrenzten Halbbögen in den Jugendstadien der ventrale, in den vorgeschrittenen Wachstumsstadien der dorsale stärker ausladet.

Das Material an noch unbearbeiteten Aulacoceratiden, das mir für meine Untersuchungen zur Verfügung stand, befindet sich teils in der prächtigen Privatsammlung des Herrn Dr. A. Heinrich in Bischofshofen, teils im Besitz der Geol. Paläontol. Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien (coll. Kittl). Sowohl Herrn Dr. Heinrich als dem derzeitigen Leiter der erwähnten Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums, Herrn Professor F. X. Schaffer bin ich für die liebenswürdige Überlassung dieses Materials zu Dank verpflichtet.

Eine Diskussion der Beziehungen der drei Gattungen *Aulacoceras Asteroconites* und *Dictyoconites* erfordert einen kurzen Rückblick auf die wechselvolle Geschichte des Gattungsnamens *Aulacoceras* Hau. Der Typus der Gattung, *Aulacoceras sulcatum* Hau., repräsentiert einen triadischen Belemnitiden mit einem langen, kräftig skulpturierten Rostrum, aber schon F. v. Hauer[1] vereinigte in seinem neuen Genus zugleich Formen mit zarter berippten Rostren und Phragmokonen, wie *A. reticulatum* Hau., und mit glatter Schale wie *A. alveolare* Quenst. und *A. convergens* Hau.

E. v. Mojsisovics akzeptierte in seiner Monographie des Belemnitidengeschlechtes *Aulacoceras* im Jahre 1871 die Gattung in jenem weiten Umfange, den ihr F. v. Hauer gesteckt hatte, indem er fast alle damals bekannten Triasbelemniten in derselben einschloß. Ihr Umfang kommt dadurch jenem der Familie *Aulacoceratidae* im heutigen Sinne ungefähr

[1] F. v. Hauer, Nachträge zur Kenntnis der Cephalopodenfaunen der Hallstätter Schichten. Sitzungsber. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., XLI, 1860, p. 115, 116.

gleich.[1] Auch bei A. v. Dittmar[2] und W. Branca[3] umfaßt die Gattung *Aulacoceras* in der ursprünglichen weiten Fassung F. v. Hauer's untereinander sehr erheblich abweichende Typen triadischer Belemniten. Obschon Branca seine Arbeit: »Beobachtungen an *Aulacoceras*« betitelt, beziehen sich seine Angaben auf kein einziges echtes *Aulacoceras* im modernen Sinne.

Den ersten entschiedenen Fortschritt bahnte E. v. Mojsisovics[4] im Jahre 1882 durch die Abtrennung der glattschaligen Formen an, denen der von C. W. v. Gümbel[5] im Jahre 1861 für eine derselben vorgeschlagene Name *Atractites* belassen wurde.

Ein drittes Genus der *Aulacoceratidae* stellte F. Teller[6] 1885 für das Fragment eines kräftig berippten, aus radialen Lamellen bestehenden Rostrums mit Resten eines zart berippten Phragmokons auf. Der Typus dieses neuen Genus *Asteroconites*, *A. radiolaris* Tell., stammt aus der oberen Trias der Südalpen und war bisher aus der Hallstätter Fazies der nördlichen Kalkzone nicht bekannt.

Im Jahre 1902 zerlegte E. v. Mojsisovics[7] das Genus *Aulacoceras* in die beiden Gattungen *Aulacoceras s. s.* und *Dictyoconites* Mojs. Durch die neue Definition des letzteren Genus wurden alle europäischen, bis dahin bei *Aulacoceras* belassenen Arten der *Aulacoceratidae* mit einziger Ausnahme des Gattungstypus *Aulacoceras sulcatum* Hau., in die beiden Gruppen der *Dictyoconites striati* und *Dictyoconites laeves* (*Actinoconites* Steinmann) verwiesen. *Aulacoceras* und *Dictyoconites* sind durch diese Neuordnung der triadischen Belemniten

[1] E. v. Mojsisovics, Über das Belemnitidengeschlecht *Aulacoceras*. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst., XXI, 1871, p. 41.

[2] A. v. Dittmar, Zur Fauna der Hallstätter Kalke. Geogn. Palaeontol. Beiträge von Benecke etc., I, 1866, p. 350.

[3] W. Branca, Beobachtungen an *Aulacoceras*. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., XXXII, 1880, p. 401.

[4] E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Mediterranen. Triasprovinz. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst., X, 1882, p. 295.

[5] C. W. v. Guembel, Geognost. Beschreibung des Bayrischen Alpengebirges, 1861, p. 475.

[6] F. Teller, Fossilführende Horizonte in der oberen Trias der Sanntaler Alpen. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1885, p. 360.

[7] E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst., VI/1. Supplement, 1902, p. 177.

im Jahre 1902 sehr ungleichwertige Gattungen geworden. Während die erstere ursprünglich fast sämtliche Belemniten der Trias umfaßte, erscheint sie im Jahre 1902 auf eine einzige Spezies beschränkt, woferne man nicht geneigt ist, das nur sehr ungenügend bekannte *Aulacoceras Carlottense* Whiteaves (On some fossils from the triassic rocks of British Columbia, Contributions to Canadian Palaeontology, I. Geol. Surv. of Canada. Montreal, 1889, p. 149. Pl. XIX., fig. 6) derselben ebenfalls zuzuweisen.[1]

Als Merkmale, die für die Trennung der beiden Genera *Aulacoceras* und *Dictyoconites* maßgebend sind, werden von E. v. Mojsisovics angegeben: die verschiedene Lage des Sipho (dorsal nach F. v. Hauer bei *Aulacoceras*, ventral bei *Dictyoconites*) und die aus massiven Längsrippen gebildete, von zwei tiefen lateralen Rinnen unterbrochene Skulptur der Rostra bei *Aulacoceras*. Die Trennung der beiden einander näher verwandten und durch die gleiche Skulptur der Rostra ausgezeichneten Gattungen *Aulacoceras* und *Asteroconites* wird von E. v. Mojsisovics aufrechterhalten und mit der lamellös-strahligen Skulptur des Rostrums sowie dessen symmetrischer Teilung durch die Lateralrinnen bei dem letzteren Genus begründet.

Einen erheblichen Zuwachs an Arten brachte dem Genus *Aulacoceras* in der neuen, engen Fassung Gemmellaro's Monographie der Triascephalopoden des westlichen Sizilien. Gemmellaro[2] beschrieb Rostra mit teilweise in diesen eingeschlossenen Resten der Phragmokone von drei spezifisch bestimmbaren Arten, während er eine vierte unbenannt ließ. Unsere Erfahrungen über die Gattungsmerkmale von *Aulacoceras* und dessen innere Organisation werden durch seine Mitteilungen allerdings kaum nach irgend einer Richtung hin erweitert.

[1] Die Aufzählung des *A. inducens* Braun bei *Aulacoceras* in meinem Katalog der Triascephalopoden (Berlin, W. Junk, 1915, p. 22) ist als irrtümlich zu berichtigen. Die Spezies gehört vielmehr in die Gruppe der *Dictyoconites reticulati*.

[2] G. Gemmellaro, I cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia. Palermo 1904, p. 306.

Einen großen Fortschritt in unserer Kenntnis von *Aulacoceras* und *Asteroconites* haben hingegen G. Boehm's und J. Wanner's Aufsammlungen in den Triasablagerungen des Malayischen Archipels gebracht. Im Jahre 1907 konnte J. Wanner[1] in seiner Beschreibung des *Asteroconites savuticus* Boehm die Übereinstimmung in der Lage des Sipho mit jenem bei *Aulacoceras* zeigen. Der Nachweis, daß der Sipho ventral — nicht dorsal, wie F. v. Hauer und E. v. Mojsisovics angenommen hatten — liege, gelang ihm im Jahre 1911 an *Aulacoceras timorense* Wann. Zugleich deutete er die Möglichkeit einer Identität der beiden Genera *Aulacoceras* und *Asteroconites* an.[2]

Für eine solche Identität der beiden genannten Genera ist später E. v. Bülow[3] in seiner Monographie der Orthoceren und Belemniten der Trias von Timor mit großer Entschiedenheit eingetreten. Die Bearbeitung des von Wanner und Molengraaf auf ihren Expeditionen in Niederländisch-Timor gesammelten Materials durch den obengenannten Forscher ergab eine so reiche Vertretung an ausgezeichnet erhaltenen Aulaceraten, daß seine Untersuchungen über die Organisation dieser interessanten Belemnitengruppe unvergleichlich bessere und vollständigere Aufschlüsse vermittelten als jene aller bis dahin bekannten Reste von *Aulacoceras* und *Asteroconites* aus der alpinen und sizilianischen Obertrias.

E. v. Bülow's Diagnose des Genus *Aulacoceras* die jene von E. v. Mojsisovics aus dem Jahre 1902 in einigen wesentlichen Punkten ergänzt und berichtigt, lautet folgendermaßen:

»Rostrum lang, gerade, keulenförmig, unten in einen Endstachel ausgezogen, mit sehr starken, geraden Längsrippen, die etwas oberhalb des Endstachels beginnen und sich bis zum oberen Ende heraufziehen. Von der Spitze an verläuft

---

[1] J. Wanner, Triaspetrefakten der Molukken und des Timorarchipels. Neues Jahrb. f. Min. etc., Beil, Bd. XXIV, 1907, p. 213.

[2] J. Wanner, Triascephalopoden von Timor und Rotti. Neues Jahrb. f. Min. etc., Beil. Bd. XXXII, 1911, p. 192.

[3] E. v. Bülow, Orthoceren und Belemniten der Trias von Timor, Paläontol. von Timor. Herausgegeben von J. Wanner IV. Lief. Stuttgart, 1915, p. 16—40.

auf jeder Seite eine starke Längsfurche zum oberen Ende des Rostrums. Diese ist am oberen Ende zumeist weniger scharf abgegrenzt als am unteren. Der Phragmokon ist lang und besitzt einen sehr kleinen Öffnungswinkel (5 bis 12°). Scheidewände sehr weit abstehend, Sipho hart randlich, ventral, in den oberen Partien auf seiner ganzen Länge verkalkt.

Der schon von Wanner erbrachte Nachweis der ventralen Lage des Sipho, ferner des Auftretens von Längsrippen auf der äußersten Schalenlage der Konothek des Phragmokons, der nach E. v. Bülow's Meinung die generische Unterscheidung zwischen *Aulacoceras* und *Asteroconites* hinfällig macht, die interessanten Beobachtungen über die dorsalen Asymptotenfurchen, die echte Gefäßfurchen darstellen, zu den Längsrippen und den tiefen lateralen Rinnen, über die Fiederstruktur des Rostrums in der Asymptotenebene und über die Veränderungen in der Gestalt der Rostra bei zunehmendem Wachstum haben ein neues Licht auf die Organisation der *Aulacoceratidae* geworfen und O. Abel[1] veranlaßt, dieser Familie eine besondere, von den Belemniten des Lias und Oberjura vollständig getrennte systematische Stellung zuzuweisen.

Weniger glücklich war E. v. Bülow in der Vereinigung der indonesischen Formen mit *Aulacoceras sulcatum* Hau. Ich hoffe zeigen zu können, daß zwischen beiden ausreichende Unterschiede bestehen, um die Aufrechterhaltung des *Aulacoceras timorense* Wann. als einer selbstständigen Spezies zu begründen, auch wenn man die noch keineswegs außer Zweifel stehende generische Identität von *Aulacoceras* und *Asteroconites* anzuerkennen bereit sein sollte.

Die Beschreibung eines isolierten Phragmokons aus den karnischen Hallstätter Kalken des Röthelsteins bei Aussee, das E. v. Bülow[1] zu *Aulacoceras sulcatum* Hau. stellen zu dürfen glaubte, bezeichnet wohl kaum einen Fortschritt in unserer Kenntnis des Genus *Aulacoceras*, da jeder Beweis für eine Zugehörigkeit jenes Phragmokons zu der Gattung

[1] O. Abel, Palaeobiologie der Cephalopoden aus der Gruppe der Dibranchiaten. Jena, 1916, p. 131.

[1] E. v. Bülow, Über ein Phragmokon von *Aulacoceras sulcatum* Hau. aus der alpinen Trias. Zentralblatt f. Min. etc., 1916, p. 91—94.

Aulacoceras fehlt. Ich werde Gelegenheit haben, die nahen Beziehungen dieses Phragmokons zu einem ähnlichen zu zeigen, das ohne Zweifel der Gattung *Dictyoconites* angehört.

An diese einleitenden Bemerkungen über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der Genera *Aulacoceras, Asteroconites* und *Dictyoconites* schließe ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen an, die sich auf das Fragment eines Rostrums von *Aulacoceras sulcatum*, eine größere Anzahl von Rostren und Phragmokonen von *Asteroconites* und auf ein prachtvoll erhaltenes Phragmokon einer neuen Art der Gattung *Dictyoconites* beziehen.

Das echte *Aulacoceras sulcatum* gehört ohne Zweifel zu den seltensten Arten der alpinen Obertrias. E. v. Mojsisovics war 1871 und 1902 bei seiner Beschreibung der Spezies auf das gleiche dürftige Material angewiesen, das bereits 1860 der Diagnose F. v. Hauer's zu Grunde gelegt worden war. Auch ich konnte unter den mir vorliegenden Aulacoceratiden nur ein einziges Stück eines Rostrums aus der Sammlung des Herrn Dr. Heinrich mit Sicherheit zu dieser Art stellen. Es stammt aus der Aonoides-Zone des Feuerkogels am Röthelstein, aus Hallstätter Kalken, die der julischen Stufe, mithin dem gleichen Niveau wie F. v. Hauer's Originalstücke, angehören.

Das Stück entspricht der Spitzenregion eines Rostrums, besitzt eine Länge von 56 *mm* bei einem Querschnitt von 20 *mm* am oberen Ende und ist mit 34 bis 38 Längsrippen besetzt. Die beiden Lateralrinnen stehen einander so genau gegenüber, daß sie den Querschnitt des Rostrums in zwei fast symmetrische Halbbögen zerlegen. Der Unterschied in der Ausladung der beiden Halbbögen ist sehr gering, nicht einmal so stark wie bei Teller's Original des *Asteroconites radiolaris*. Doch gilt dieses Merkmal nur für den Querschnitt am oberen Ende des Rostrums. Prüft man die Querschnittsverhältnisse in der Nähe der Spitze, so findet man, daß zwar auch hier die Lateralrinnen beiläufig an die Endpunkte eines Durchmessers zu stehen kommen, daß aber hier der eine der beiden durch jene Rinnen abgegrenzten Halbbögen erheblich gegen den anderen vorspringt.

Die Spitze des Rostrums selbst ist leider abgebrochen, so daß sich über die Anwesenheit eines Endstachels kein Urteil abgeben läßt. Der Querschnitt am oberen Ende des Rostrums zeigt bei einem Durchmesser von 20 *mm* noch keine Andeutung des Phragmokons. Ebensowenig sind in der dichten Gesteinsmasse Spuren einer radial-faserigen oder lamellösen Struktur des Rostrums wahrnehmbar, wie sie für *Asteroconites* in so hohem Maße charakteristisch ist. Dabei kann die Beschaffenheit des Gesteins keineswegs als der Erhaltung einer solchen Struktur ungünstig bezeichnet werden. Es erscheint immerhin auffallend, daß an keinem der sicher bestimmten Exemplare des alpinen *Aulacoceras sulcatum* bisher derartige Beobachtungen vorliegen, während ich solche an den sogleich zu beschreibenden Stücken von Aulacoceraten aus dem norischen Hallstätter Kalk trotz ungünstiger Beschaffenheit des Gesteins zu machen in der Lage war.

Diese Aulacoceraten befinden sich in den Sammlungen der Geol. Palaeontol. Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums und sind von dem Abteilungsdirektor E. Kittl in den Jahren 1908 und 1909 durch Kauf von dem bekannten Sammler Rastl in Aussee erworben worden. Sie stammen aus den norischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels, mithin aus einem den *Asteroconites*-Kalken von Oberseeland ungefähr gleichalterigen Niveau der Obertrias und stehen dem *Asteroconites radiolaris* Tell. so nahe, daß ich den leisen Zweifel an der spezifischen Identität durch Einschiebung eines *cf.* genügend zum Ausdruck zu bringen glaube.

Es liegen mir sowohl Rostra als in solchen eingeschlossene Phragmokone vor. Einzelne Fragmente der ersteren lassen auf Stücke von 20 *cm* Länge schließen. Da selbst bei den am besten erhaltenen die Spitze abgerieben ist, ließ sich die Anwesenheit eines Endstachels ebensowenig als bei *Aulacoceras sulcatum* feststellen.

Die innere Struktur des Rostrums ist stellenweise der Beobachtung zugänglich, obwohl die schon in einiger Entfernung von der Oberfläche meist spätige oder gar grobkrystallinische Beschaffenheit des Gesteinsmaterials der Erhaltung derselben überaus ungünstig ist. Wie die nachfolgende

Textfigur auf p. 506 erkennen läßt, wird jede Furche zwischen den einzelnen die lateralen Hauptrinnen gliedernden sekundären Längsrippen im Querschnitt durch eine vom Zentrum ausstrahlende Linie begrenzt. In den außerhalb der lateralen Hauptrinnen gelegenen Abschnitten der Peripherie sieht man nur ab und zu Spuren dieser radial-lamellösen Struktur.

Die Oberflächenskulptur ist kräftiger als bei den wenigen bisher bekannten Fragmenten des *Aulacoceras sulcatum*, zum mindesten in der Spitzenregion des Rostrums. An dem vorher erwähnten Rostralfragment des *A. sulcatum* aus der coll. Heinrich sind die Furchen zwischen den Längsrippen viel weniger tief als bei gleich großen Stücken des *Asteroconites cf. radiolaris* aus dem norischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels. Bei großen Exemplaren steigt die Höhe der Längsrippen über den trennenden Zwischenfurchen bis zu 3 *mm*.

Die Veränderungen der Rippen und Furchen in ihren Querschnittsverhältnissen im Laufe des Wachstums scheinen bei meinen alpinen Exemplaren nicht so konstant zu sein wie bei *Aulacoceras timorense*. Auch die Zahl der Rippen unterliegt beträchtlichen Schwankungen. Bei Durchmessern von 20 bis 28 *mm* zählte ich 25 bis 34 Hauptrippen, von den Sekundärrippen in den beiden lateralen Hauptrinnen abgesehen. Gegenüber Teller's Original des *Asteroconites radiolaris*, das bei einem Durchmesser von 25 mm 26 bis 28 Hauptrippen aufweist, erscheinen die meisten Exemplare aus dem Hallstätter Kalk ein wenig stärker skulpturiert. Noch ein wenig dichter berippt ist *Aulacoceras sulcatum*, doch könnten derartige minimale Unterschiede in der Dichte der Berippung für eine spezifische Trennung der drei genannten alpinen Formen nicht herangezogen werden, woferne deren Übereinstimmung in den übrigen Merkmalen sich feststellen ließe.

Die normale Skulptur des Rostrums wird durch die beiden lateralen Hauptrinnen unterbrochen. Man findet sie in der Literatur zumeist als Asymptotenfurchen bezeichnet, doch haben sie mit den Asymptotenlinien des Hyperbolarfeldes direkt nichts zu tun. Vielmehr muß man sie, wenn man sich den wohl begründeten Ausführungen Abel's über die Bedeutung derartiger Längsrinnen an Belemnitenrostren anschließt,

als Flossenrinnen betrachten. Ich werde daher in meiner Beschreibung nur von lateralen Hauptrinnen der Rostra und nicht von Asymptotenfurchen sprechen, da ich solche nicht beobachtet habe.

Die tiefen Lateralrinnen, die durch zarte Längsrippen untergeteilt sind, stehen einander, wie bei *Asteroconites radiolaris*, genau gegenüber. Nichtsdestoweniger springen die durch dieselben begrenzten Halbbögen der Peripherie nicht gleich weit vor. Der eine der beiden Halbbögen ist ein wenig schmäler. Es ist jener, dem, wie die Textfigur lehrt, die Lage des Sipho im Phragmokon entspricht. In dieser Hinsicht stimmen daher die Querschnittsverhältnisse der Rostra bei einem Durchmesser von zirka 20 *mm* mit jenen bei F. v. Hauer's Originalexemplar von *Aulacoceras sulcatum* vollständig überein, während an Teller's Originalstück von *Asteroconites radiolaris* die Position des Sipho nicht bekannt ist.

Wanner und E. v. Bülow haben, die ältere Ansicht F. v. Hauer's berichtigend, den Beweis für die ventrale Lage des Sipho bei *Aulacoceras* beziehungsweise bei *Asteroconites* erbracht. Obwohl dieser Nachweis zunächst nur an indonesischen Formen erbracht worden ist, wird man dessen Giltigkeit für die alpinen Vertreter beider Genera wohl kaum in Zweifel ziehen wollen. Es war ja von vorneherein im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß unter allen Belemnitiden gerade nur *Aulacoceras* einen dorsal gelegenen Sipho besitzen sollte. Um diese Annahme einigermaßen wahrscheinlich zu machen, hätten triftige Argumente ins Feld geführt werden müssen. Solche wird man jedoch bei F. v. Hauer und E. v. Mojsisovics vergebens suchen.

Für die Orientierung eines Belemniten ist die Lage des Hyperbolarfeldes im Proostracum beziehungsweise im Phragmokon maßgebend. Die Asymptotenzonen an der Grenze des Hyperbolarfeldes kennzeichnen die Dorsalseite. Da die Konothek des Phragmokons, mithin der Verlauf der Anwachsstreifen bei *Aulacoceras sulcatum*, dem Typus der Gattung, nicht bekannt war, so ist es schwer, über die Gründe Aufschluß zu erlangen, die F. v. Hauer bestimmt haben mögen, dem Sipho eine dorsale Lage zuzuschreiben. F. v. Hauer begnügt

sich (l. c. p. 115) ohne weiteren Kommentar und ohne Angabe von Gründen den Sipho der genannten Art kurzerhand als dorsal gelegen zu bezeichnen.

Als E. v. Mojsisovics im Jahre 1871 eine Beschreibung der alpinen Spezies des Genus *Aulacoceras* in dem zu jener Zeit angenommenen weiten Umfang lieferte, stellte er die ventrale Position des Sipho bei *A. reticulatum* in durchaus zutreffender Weise fest, da er an der wohlerhaltenen Konotkek eines Phragmokons die Dorsalseite aus dem Verlauf der Asymptotenzonen erkannte. Er spricht daher in dieser Abhandlung von einer ventralen Lage des Sipho bei *Aulacoceras* (l. c. p. 44), ohne der abweichenden Ansicht F. v. Hauer's in der Beschreibung des *A. sulcatum* Erwähnung zu tun. Um so auffallender ist es, daß er in dem Supplement zum ersten Bande der »Cephalopoden der Hallstätter Kalke« im Jahre 1902 (l. c. p. 177) wieder auf die alte Angabe F. v. Hauer's ohne irgendwelche Begründung zurückgreift und einen der Hauptunterschiede zwischen *Aulacoceras s. s.* und *Dictyoconites* (Gruppe des *A. reticulatum*) in der verschiedenen Position des Sipho sehen zu dürfen glaubt.

Man kann nur vermuten, daß F. v. Hauer sowohl als E. v. Mojsisovics zu ihrer irrigen Meinung durch die verschiedene Größe der beiden von den lateralen Hauptrinnen begrenzten Halbbögen verleitet wurden. Die Erfahrung hatte gelehrt, daß das von den Asymptotenzonen umschlossene dorsale Bogenstück bei den Belemnitiden das kürzere sei. Indem sie die Lateralrinnen der Rostren irrtümlich den Asymptotenzonen des Phragmokons gleichsetzten, glaubten sie den kürzeren Halbbogen im Rostrum von *Aulacoceras sulcatum* als den Dorsalteil ansehen zu dürfen und hielten dementsprechend auch die Lage des Sipho für dorsal.

Die wichtige, aus den Beobachtungen der Anwachsstreifen der Konothek des Phragmokons durch Wanner und E. v. Bülow gewonnene Erfahrung, daß auch bei *Aulacoceras*, beziehungsweise *Asteroconites*, der Sipho ventral liege, wird nunmehr durch die weitere Beobachtung ergänzt, daß das Größenverhältnis der durch die lateralen Hauptrinnen getrennten Bogenstücke nicht konstant ist, sondern von den

Wachstumsverhältnissen des Rostrums abhängt. An dem Rostrum von *Aulacoceras sulcatum* aus der coll. Heinrich konnte ich zeigen, daß im Jugendstadium der eine der beiden Halbbögen erheblich gegenüber dem anderen vorspringt, während bei einem Durchmesser von 20 *mm* beide Halbbögen nahezu gleiche Dimensionen besitzen. An einem vorzüglich erhaltenen Rostrum des *Asteroconites cf. radiolaris* aus den norischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels konnte ich eine

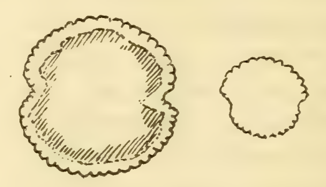


Fig. 1. *a. b.*

Aulacoceras sulcatum Hau. Aonoides Zone des Röthelstein, coll. Heinrich. Querschnitte durch das obere Ende und die Spitzenregion eines Rostralfragments.

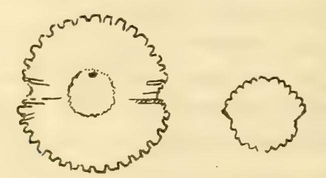


Fig. 2, *a*, *b*.

Asteroconites cf. radiolaris Tell. Norischer Hallstätter Kalk des Feuerkogels, coll. Kittl.

Querschnitt durch das obere Ende und die Spitzenregion eines Rostrums.

vollständige Umkehrung in den Größenverhältnissen der beiden Halbbögen im Verlaufe des Wachstums konstatieren. Es ist das in der Textfigur abgebildete Stück, in dessen Querschnitt bei einem Durchmesser von 20 *mm* der Phragmokon mit dem randlichen Sipho sichtbar ist. Der der Position des Sipho entsprechende Halbbogen, also der ventrale nach den Beobachtungen Wanner's und E. v. Bülow's, ist ein wenig schmäler, während der dorsale über ihn vorspringt. Legt man dagegen einen Querschnitt durch die Spitzenregion desselben Rostrums, so gelangt

man zu einem gerade entgegengesetzten Ergebnis. Die Lateralrinnen stehen hier nicht mehr ganz genau an den Endpunkten eines Durchmessers und die Asymmetrie der beiden Halbbögen ist infolgedessen wesentlich größer. Allein der größere, stärker vorspringende Halbbogen ist diesmal nicht der dorsale, dem Sipho abgewandte, sondern der ventrale.

Es findet also in dem Verhältnis des dorsalen und ventralen Halbbogens eine Umkehrung statt. Doch ist das Übergewicht des ventralen über den dorsalen Halbbogen stets auf die Umgebung der Spitze beschränkt. In allen übrigen Abschnitten des Rostrums behauptet der dorsale Halbbogen ein, wenn auch gelegentlich nur sehr geringes Übergewicht über den ventralen. Die Verschiedenheit in der Ausladung der beiden Halbbögen an den beiden Exemplaren von *Aulacoceras sulcatum* aus den Aufsammlungen F. v. Hauer's und Heinrich's ist daher keinesfalls als ein spezifisches Merkmal zu bewerten, sondern lediglich auf Altersunterschieden beruhend.

Ein auffallendes Merkmal aller alpinen Rostra von *Asteroconites cf. radiolaris* ist die vollständige Abwesenheit echter Gefäßfurchen, die man als dorsale Asymptotenfurchen ansprechen könnte. In E. v. Bülow's Abbildungen der Querschnitte und Seitenansichten der Rostra des *Aulacoceras timorense* treten solche Gefäßfurchen in Verbindung mit einer breiten Zone von Asymptotenleisten zwischen denselben und den lateralen Hauptrinnen in sehr charakteristischer Weise hervor. In meinen alpinen Stücken habe ich niemals etwas Ähnliches beobachten können. Ich glaube daher, daß schon aus diesem Grunde die timoresischen Aulacoceraten selbst in der weiten Auffassung v. Bülow's nicht in den Rahmen der alpinen Spezies *Aulacoceras sulcatum* einbezogen werden dürfen. Vielmehr sind *A. timorense* Wann. mit der Varietät *A. ellipticum* Bülow (l. c., p. 39, Taf. LVIII, Fig. 7, Textfig. 19) und das seltene *A. minor* Bülow (l. c., p. 39, Taf. LVII, Fig. 5), das durch die sehr große Rippenzahl (45) und den kleinen Phragmokonwinkel von *A. timorense* hinreichend unterschieden ist, neben *A. savuticum* Wann. als selbständige, für das himamalayische Faunenreich bezeichnende Spezies aufrechtzuerhalten.

Die Untersuchung des neuen Materials an dibranchiaten Cephalopoden aus den karnischen und norischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels läßt eine Anzahl von Fragen offen, deren Entscheidung zwar von E. v. Bülow auf Grund seiner Beobachtungen an dem timoresischen Material bereits in einem bestimmten Sinne getroffen worden ist, deren Beantwortung mir jedoch heute noch keineswegs in so dezidierter Weise möglich erscheint.

Zunächst handelt es sich um die Frage der generischen Trennung von *Aulacoceras* und *Asteroconites*.

E. v. Bülow (l. c. p. 34) tritt für die Vereinigung beider Gattungen ein. »Schon Wanner«, sagt er, »hielt *Asteroconites* höchstens für eine Untergattung von *Aulacoceras*. Nachdem aber gezeigt werden konnte, daß nicht nur der Sipho von *Aulacoceras* ventral liegt, sondern daß auch sein Phragmokon Längsrippen trägt, und somit im Querschnitt gezähnelt erscheinen muß, ist die selbständige Stellung der Gattung *Asteroconites* nicht mehr berechtigt«.

Es ist jedoch im Auge zu behalten, daß die von E. v. Bülow als entscheidend angesehenen Beobachtungen keineswegs an dem Typus der Art, dem alpinen *Aulacoceras sulcatum* Hau., gemacht worden sind, sondern an einer indonesischen Spezies, die auf Grund der Struktur ihres Rostrums und der Skulptur des Phragmokons eben zu *Asteroconites* zu stellen ist. Aus den gleichen Gründen hat J. Wanner im Jahre 1907 den nahe verwandten *Asteroconites savuticus* zu dieser Gattung und nicht zu *Aulacoceras* gezogen. Für die Zuweisung des *Aulacoceras timorense* zu diesem Genus führte J. Wanner im Jahre 1911 zwei Gründe ins Feld, den Mangel einer Zähnelung des Phragmokons im Querschnitt und die einfachere Radialstruktur des Rostrums, während bei *Asteroconites* von den Interkostalfurchen paarige Lamellen ausstrahlen. Nach beiden Richtungen sind die unzulänglichen Beobachtungen Wanner's durch E. v. Bülow's Untersuchungen vervollständigt worden. Der letztere Forscher konnte zeigen, daß bei günstiger Erhaltung sich eine Berippung der Konothek des Phragmokons und das Auftreten einzelner paariger Längslamellen im Rostrum feststellen läßt. Indessen scheint mir aus diesen Beobachtungen

wohl die Zugehörigkeit der timoresischen Art zu *Asteroconites*, nicht aber die Notwendigkeit einer Vereinigung der letzteren Gattung mit *Aulacoceras* hervorzugehen. Die letztere Frage könnte vielmehr nur auf Grund von Beobachtungen an europäischen Stücken des *Aulacoceras sulcatum* entschieden werden, soferne an solchen die bisher für *Asteroconites* allein als bezeichnend geltenden Merkmale sich nachweisen ließen.

Leider läßt uns das europäische Material in dieser Hinsicht im Stich. Über wesentliche Punkte bieten uns weder die alpinen noch die sizilianischen Aulacoceraten genügenden Aufschluß. Weder haben wir einen Einblick in die feinere Struktur des Rostrums noch in die Oberflächenbeschaffenheit der Schale des Phragmokons. Auch bei unseren Asteroconiten aus dem norischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels hängt es in erster Linie von der Erhaltungsweise ab, ob die radialstrahlige Struktur des Rostrums und gar die paarige Beschaffenheit der Längslamellen gelegentlich hervortritt. So schön wie an Teller's Originalstück des *Asteroconites radiolaris* aus dem Dachsteinkalk von Oberseeland tritt sie überhaupt an keinem anderen Rostrum hervor. Schon Wanner's Durchschnit des *A. savuticus* (l. c., Taf. XII, Fig. 2) zeigt sie bei weitem nicht mit gleicher Deutlichkeit. Auch an den von E. v. Bülow veröffentlichten Durchschnitten des *Aulacoceras timorense* beschränkt sie sich, wie bei meinen Hallstätter Exemplaren des *Asteroconites cf. radiolaris*, auf die Interkostalfurchen im Bereiche und in der Nachbarschaft der lateralen Hauptrinnen. Dagegen konnte an keinem der bisher bekannten Stücke des karnischen *Aulacoceras sulcatum* oder der Aulacoceraten aus der sizilianischen Obertrias auch nur die Spur einer ähnlichen radialen Skulptur nachgewiesen werden. Sollte dies ein bloßer Zufall sein oder, wie E. v. Mojsisovics vermutete, ein wirklicher Unterschied im Bau der Rostra vorliegen?

Ich gestehe offen, daß ich selbst eine generische Verschiedenheit von *Aulacoceras* und *Asteroconites* nicht für wahrscheinlich halte und eher die Differenzen zwischen den bisher zur Beobachtung gelangten alpinen Exemplaren auf Unterschiede in der Erhaltung zurückführen möchte. Aus

Gründen der Vorsicht aber halte ich es für geboten, vorläufig noch von einer direkten Vereinigung beider Genera abzusehen und, wie das ja auch Wanner vorgeschlagen hat, *Asteroconites* in der Stellung eines Subgenus von *Aulacoceras* zu belassen. Wenn besser erhaltene Stücke von *Aulacoceras sulcatum* uns über den inneren Bau der Rostra und die Konothek des Phragmokons Aufschluß gebracht haben werden, dürfte die Frage der Vereinigung von *Aulacoceras* und *Asteroconites* spruchreif sein.

Gesetzt diesen Fall, daß die generische Trennung von *Aulacoceras* und *Asteroconites*, die ich ja selbst nur als ein Provisorium ansehe, aufgegeben werden müßte, ist selbstverständlich auch die Möglichkeit einer spezifischen Vereinigung der beiden Aulacoceraten aus den karnischen und norischen Hallstätter Kalken in Erwägung zu ziehen. In der Tat würden mit den Merkmalen von generischer, beziehungsweise subgenerischer Bedeutung auch die spezifischen Unterschiede fast gänzlich verschwinden. Als solche wüßte ich nur die geringere Stärke der Rippen und die größere Dichtigkeit der Berippung bei *Aulacoceras sulcatum* anzuführen. Es könnten uns daher zukünftige Erfahrungen sehr wohl veranlassen, sämtliche Aulacoceraten der alpinen Obertrias in einer einzigen, weiter gefaßten Spezies zu vereinigen, der aus Prioritätsgründen selbstverständlich der Name *Aulacoceras sulcatum* gewahrt bleiben müßte.

So ist die Wahrscheinlichkeit, *Asteroconites* Tell. selbst nur als eine Untergattung von *Aulacoceras* aufrecht erhalten zu können, auf ein sehr bescheidenes Maß reduziert worden. Aber auch die Beziehungen von *Aulacoceras* zu *Dictyoconites* Mojs. haben sich durch die Untersuchungen an dem neuen Material aus den Aufsammlungen Kittl's als viel enger herausgestellt, als E. v. Mojsisovics bei der Erhebung der Formengruppe des *Aulacoceras reticulatum* zu einer besonderen Gattung im Jahre 1902 vermuten konnte. Schon durch den Nachweis der ventralen Position des Sipho bei *Aulacoceras* und *Asteroconites* ist eines der wichtigsten Merkmale, mit denen die generische Trennung von *Dictyoconites* begründet wurde, hinfällig geworden. Neuere Erfahrungen lassen die

Schwierigkeit, vereinzelte Phragmokone von *Asteroconites* und *Dictyoconites* zu unterscheiden, klar erkennen.

Im Jahre 1916 beschrieb E. v. Bülow einen großen, isolierten Phragmokon aus dem karnischen Hallstätter Kalk des Röthelstein und glaubte in ihm den bisher nur in einem Querschnitt bekannten Phragmokon von *Aulacoceras sulcatum* entdeckt zu haben. Dieser Phragmokon trägt vierzig mäßig starke Längsrippen, die der Wachstumszunahme entsprechend gegen oben weiter auseinandertreten und Interkostalräume frei lassen, deren Breite jene der Rippen erheblich übertrifft. Bei *Aulacoceras (Asteroconites) timorense* hat E. v. Bülow die Anwesenheit von 40 Längsrippen an der Konothek kleinerer Phragmokone festgestellt. Größere von den Dimensionen der alpinen scheinen nicht zur Beobachtung gelangt zu sein, wenigstens findet man solche weder beschrieben noch abgebildet. Diese Beobachtung genügt ihm, um die Zahl von 40 Längsrippen als Beweis für die Zugehörigkeit des erwähnten Phragmokons zu *Aulacoceras* anzusehen (l. c., p. 90), während Phragmokone von *Dictyoconites* stets eine viel dichtere Berippung (im Durchschnitt 60 Längsrippen) aufweisen sollen.

Dieser Diagnose vermag ich nicht beizupflichten. Mir liegen einige ausgezeichnet erhaltene Exemplare des Gattungstypus *Dictyoconites reticulatus* Hau. vor, deren Phragmokone sich in Bezug auf ihre Rippenzahl außerordentlich verschieden verhalten. An einem derselben zähle ich nur 46 Rippen auf den Umfang. Auch bei der von E. v. Mojsisovics im Supplementheft zum ersten Bande seiner »Cephalopoden der Hallstätter Kalke« auf Taf. XIV, Fig. 13 zur Abbildung gebrachten Varietät der genannten Art ist die Rippenzahl nicht größer. Das interessanteste unter meinen Stücken aber ist ein Phragmokon von ungewöhnlichen Dimensionen aus den norischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels (coll. Kittl), der bis zu seinem Ende — entsprechend einem Durchmesser von 34 *mm* — gekammert ist. Mit Ergänzung der abgebrochenen Spitze mag die Länge dieses Phragmokons wohl 25 *cm* betragen haben. Die Konothek zeigt eine prächtig ausgebildetete Längsskulptur. Im unteren Drittel des Phragmokons kommen ungefähr 50 Längsrippen auf dessen Umfang. Die Berippung ist

also dichter als an E. v. Bülow's Phragmokon vom Röthelstein. Dagegen sind die Rippen stärker ausgeprägt, ja sogar stärker als an den von demselben Forscher abgebildeten Phragmokonen des *Aulacoceras timorense.* Nach der Zahl der Rippen könnte man daher — E. v. Bülow's Diagnose unserer Bestimmung zu Grunde gelegt — zwischen *Aulacoceras* und *Dictyoconites* schwanken. Nach der Stärke der Rippen müßte man sich für *Aulacoceras* entscheiden, da eine Skulptur von ähnlicher Stärke sich an keinem der von E. v. Mojsisovics illustrierten Phragmokone von *Dictyoconites* findet. Dagegen spricht ein anderes auffallendes Merkmal mit noch größerer Entschiedenheit zu Gunsten einer Zugehörigkeit zu *Dictyoconites.* Es ist das Auftreten von zwei breiten glatten Asymptotenfurchen, deren Breite in der Spitzenregion des Phragmokons jene der Interkostalräume um das Dreifache übertrifft. Der von den beiden Asymptotenbändern eingeschlossene, dem Sipho gegenüberliegende, mithin dorsale Abschnitt des Phragmokons ist kürzer als der ventrale, von diesem jedoch in bezug auf die Stärke der Krümmung nicht unterschieden.

Derartige Asymptotenzonen sind von E. v. Bülow an seinem Material timoresischer Aulacoceratenphragmokone noch nicht beschrieben worden. Selbst bei alpinen Dictyoconiten treten sie nur ausnahmsweise so deutlich hervor.

Unser Phragmokon aus dem norischen Hallstätter Kalk des Feuerkogels muß also trotz seiner kräftigen Ornamentierung zu *Dictyoconites* gestellt werden. Ich schlage für ihn den Namen *Dictyoconites Kittlii* vor. Da die Skulptur des von E. v. Bülow zu *Aulacoceras sulcatum* gerechneten Phragmokons vom Röthelstein bei gleichem Durchmesser erheblich zarter ist, liegt es viel näher, auch den letzteren an die Gattung *Dictyoconites*, nicht an *Aulacoceras* anzuschließen. Die Häufigkeit des Genus *Dictyoconites* in den karnischen Hallstätter Kalken der Umgebung von Aussee im Vergleich zu der außerordentlichen Seltenheit von *Aulacoceras* ist ebenfalls als ein Argument im gleichen Sinne nicht gering zu schätzen.

Es ergibt sich aber aus diesen Ausführungen, daß eine Scheidung einzelne Phragmokone von *Aulacoceras* (*Astero-*

conites) und *Dictyoconites* auf fast unüberwindliche Hindernisse stößt, da wohl individualisierte Asymptotenbänder durchaus nicht allen Phragmokonen der letzteren Gattung eigentümlich sind, während die sonst als charakteristisch geltenden Merkmale — Stärke und Dichtigkeit der Berippung — gelegentlich versagen. Auch die Unterschiede in der Gestalt der Rostra sind nicht eben von besonderer Bedeutung. Querskulptur und Bogenstreifung sind von Wanner und E. v. Bülow auch bei *Aulacoceras* (*Asteroconites*) beobachtet worden. So bleibt nur die zartere Ornamentierung und das gelegentliche Anschmiegen der lateralen Hauptrinnen an die Asymptotenzonen der Phragmokone bei *Dictyoconites* übrig, Merkmale, denen man kaum eine besondere Bedeutung zuzugestehen geneigt sein dürfte.

Erheblich schärfer als von *Dictyoconites* trennt sich *Aulacoceras* von *Atractites* Guembel. In der Systematik würden diese Verhältnisse einen richtigeren Ausdruck durch die Einordnung von *Dictyoconites* in *Aulacoceras* mit dem Range eines Subgenus finden. Jedenfalls gehören *Aulacoceras*, *Asteroconites* und *Dictyoconites* viel enger zu einander als zu den übrigen Belemnitiden der Trias.



Statistische Methoden beim Gefügestudium krystalliner Schiefer

Von

Dr. Walter Schmidt (Leoben)

(Mit 1 Tafel und 8 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1917)

Unsere Vorstellungen von krystallinen Schiefern als anisotropen Gesteinen knüpfen sich besonders an die Erkenntnis, daß gewisse Mineralien, so besonders die der Glimmergruppe, in ihnen eine mehr oder weniger deutliche, immer jedoch ausgesprochene Parallellagerung aufweisen. So streng bei Texturstudien diese charakteristischen Mineralien Beachtung finden, so vernachlässigt werden in dieser Beziehung Mineralien, die nicht so sehr durch Habitus und Enge der Gefügeanpassung die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, sie werden meist nur dann besonders berücksichtigt, wenn sie in ihrer äußeren Form auffälliger das Gefüge beeinflußen, wenn sie wie z. B. die Lagenquarze in der Schieferung langgestreckte Umrisse zeigen

Es hat nun nicht an Vorstellungen gemangelt, daß auch die anderen Mineralien ähnlich wie der Glimmer nur in größerem oder geringerem Maße sich auch mit ihren innerlichen Eigenschaften in das allgemeine anisotrope Bild des Schiefergefüges einpassen müssen. Insbesondere für den Quarz, der die wichtigsten Kriterien zur Gefügebeurteilung krystalliner Schiefer liefert, sind schon mehrere Male Regeln aufgestellt worden, die das betreffende Gefüge beherrschen sollen.

Den schärfsten Ausdruck fanden diese Gesetze in der sogenannten Trener'schen Regel (Trener, Jahrb. d. G. R. A., 1906, p. 469) und in den Studien Sander's über diesen Punkt, deren Resultate von ihm in der sogenannten Quarzgefügeregel

zusammengefaßt wurden (Vgl. bes. Jahrb. d. G. R. A. 1915 und Tschermak's Mineral. und petr. Mitteilungen, Bd. XXXIII, p. 103).

So verdienstvoll die Arbeiten des letzteren gerade über diesen Punkt sind, so mangeln seine Studien besonders an quantitativen Angaben. Der Verfasser glaubt daher, daß seine unabhängig davon entstandenen Studien eine willkommene Ergänzung dieses Forschungszweiges bilden dürften.

Die bisher angewandten Methoden ergaben im wesentlichen Mittelwerte, beruhend auf reiner Anschauung, wobei allerdings Hilfsmittel zur Verfeinerung der Beobachtung angewandt wurden, so besonders die von Sander, (Jahrb. d. G. R. A., 1915, p. 627) angewandte Betrachtungsweise des Schliffes bei unscharfer Einstellung zur Erleichterung der Mittelbildung.

Gerade diese Mittelbildung genügt aber nur unvollkommen zur Beschreibung der Tatsachen. So kann man wohl qualitative Angaben über die Existenz eines bestimmten Maximums oder Minimums in der Orientierung erhalten, die Anordnung der Einzelfälle aber zu diesen Extremen kann nicht beschrieben werden.

Die vom Verfasser angewandten Methoden suchen nun diese Mängel zu vermeiden. Sie beruhen auf der Vermessung der Orientierung einer möglichst großen Anzahl von Individuen und auf der statistischen Auswertung der Angaben.

Die vom Verfasser untersuchten Schliffe zeigen durchwegs im ganzen Bereich homogene Textur, es wurde also vom Studium von Faltungen, so interessant diese auch nach den Forschungen Sander's sich darstellen würden, abgesehen. Um die einzelnen Messungen vergleichbar zu machen, mußte eine Verdrehung des Schliffes gegen den Tischteilkreis vermieden werden, was durch Benützung eines Kreuzschlittentisches mit Anschlaglineal erreicht wurde.

Zur Vermessung und Darstellung gelangte durchwegs α' der Quarze.[1]

[1] Der Verfasser bedauert, nachträglich diese Auswahl getroffen zu haben, es wäre instruktiver gewesen, die Untersuchungen auf die Lage von γ', also den Hauptschnitt aufzubauen, wie es Sander in den Studien des Quarzgefüges durchführt. In Zukunft soll immer letzterer Weg eingeschlagen werden.

Um ein rasches Arbeiten zu ermöglichen, wurde bei der Vermessung immer ein Gypsblättchen vom Rot der ersten Ordnung eingeschaltet gelassen. Die Feststellung der Auslöschung geschah dabei mit dem reinen Auftreten dieser Farbe. Der Vorgang wurde nun so eingehalten, daß stets die Stellung aufgesucht wurde, bei der der Schliff durch Drehung im Uhrzeigersinn aus blau durch rot in gelb überging. Dann war das α' des Schnittes $\parallel$ dem Vertikalfaden des Fadenkreuzes, auf den auch alle übrigen Orientierungsmessungen bezogen wurden.

Die durch diesen Vorgang erhaltenen Azimute von α' wurden nun statistisch verarbeitet, indem sie in Gruppen verteilt wurden, die für Quarz je 5° umfaßten. Die auf jede Gruppe entfallende Anzahl Quarzschnitte, der Vergleichbarkeit halber dargestellt in Prozenten der ganzen vermessenen Anzahl, liefert das betreffende Gesetz des Quarzgefüges.

Diese Zahlen lassen sich auch gut in Diagrammform darstellen; so entweder in rechtwinkligen Koordinaten, wobei die Abszissen die Azimute die Ordinaten die relativen Häufigkeiten in der betreffenden Gruppe darstellen. Diese Darstellung hat den Vorzug, daß die Fläche des Diagramms zwischen zwei beliebigen Ordinaten die gesamte auf den betreffenden Winkel entfallende Schnittezahl darstellt.

Der größeren Anschaulichkeit halber wurde aber zur Darstellung das polare Koordinatensystem gewählt, da dieses einen unmittelbaren Vergleich mit anderen Richtungen des betreffenden Schliffes ermöglicht. Besonders wertvoll kann dies dadurch werden, daß die Möglichkeit besteht, das Diagramm orientiert auf Bilder des Schliffes aufzutragen.

Bei dieser Darstellung in Polarkoordinaten wurde im Azimute der Mitte einer jeden Gruppe vom Ursprung aus die auf diese Gruppe entfallende Schnittzahl durch eine Länge dargestellt.[1] Da einer optischen Orientierung kein polarer Charakter zukommt, mußte diese Auftragung nach beiden

[1] Zu beachten ist hiebei, daß das Auftragen der Azimute im selben Winkelsinne zu erfolgen hat, wie der der Tischteilung ist, um einen Vergleich der Diagramme mit dem Schliffgefüge zu ermöglichen.

Seiten erfolgen. Dadurch erhält das Diagramm ein Symmetriezentrum und eine zweizählige Drehachse. Das Maß, in welchem diese Darstellung erfolgt, ist den Verhältnissen anzupassen; bei den gewählten Beispielen wurde 1% durch $^1/_3$ *cm* ausgedrückt.

Die aufeinanderfolgenden Streckenendpunkte wurden der Anschaulichkeit halber durch Gerade verbunden. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß der dadurch eingeschlossenen Fläche kein derartiger Darstellungswert zukommt, wie bei der Darstellung in rechtwinkligen Koordinaten; von Bedeutung sind nur die Längen der Radienvektoren.

Diese Darstellungsweise leidet an dem Mangel, daß in ihr die Maxima der Orientierungshäufigkeit ungleich mehr in die Augen fallen als die Minima.

In jedem Diagramm wurde zum Vergleich auch das Diagramm vollkommen gleichförmiger Verteilung der Orientierung, dargestellt durch einen Kreis mit $r = 2 \cdot \dot{7}\%$, aufgetragen.

Eine derartige Methode bedarf jedenfalls einer ausgiebigen Kritik.

Wie jede andere statistische Methode beruht sie auf dem Gesetz der großen Zahlen, es muß eine ausreichende Anzahl von Einzelbeobachtungen zu Gebote stehen, um zu bewirken, daß die zufälligen Unterschiede in den Inhalten der Gruppen gegenüber den gesetzmäßigen verschwinden. Die zufälligen Unterschiede in den Zahlinhalten der Gruppen werden wahrscheinlich immer gleich bleiben; enthalten aber zwei aneinanderschließende Gruppen beide eine große Menge Individuen, so werden die zufälligen Unterschiede im Verhältnis nur einen geringen Einfluß auf das Diagramm haben. Es zeigt sich daher, daß je mehr Schnitte in einem Schliffe zur Verwendung kommen, einen desto glatteren Verlauf das Diagramm hat. Aber auch innerhalb eines Diagrammes finden wir diese Einflüsse. Zeigt ein Schliff ein ausgesprochenes Maximum in der Orientierungshäufigkeit, so wird der Diagrammverlauf in seinem Bereich ein glatter sein, im Minimum ein unruhiger. Sind die Extreme nicht ausgesprochen, so wird sich auch die zufällige Ungenauigkeit ziemlich gleichartig in allen Azimuten aussprechen.

Die angeführten Beispiele zeigen die Einflüsse der Beobachtungszahlen.

Es kann ja vorkommen, daß in einem Schliffe die betreffenden Mineralien so selten oder so groß sind, daß keine große Anzahl Individuen vermessen werden kann. Dann wird sich die Anwendung der Methode verbieten. Im allgemeinen kommt aber gerade Quarz in der Regel so häufig vor, daß es aus technischen Gründen unmöglich ist, alle Schnitte zur Vermessung heranzuziehen, es muß eine Auswahl getroffen werden. Nach den Erfahrungen des Gefertigten werden bei Anwendung von Gruppen zu 5° Zahlen von über 500 Beobachtungen für gute Diagramme benötigt, welche bei einiger Übung etwa 5 Stunden Arbeitszeit benötigen.

Bei manchen Gesteinen machte die rasche Unterscheidung der Quarze von anderen Mineralien Schwierigkeiten, besonders wenn neben Quarzen klare Albite ohne Spaltrisse auftraten.

Genügt die Anzahl der vermessenen Schnitte nicht zur Erzielung eines geschlossenen Bildes, so kann man dasselbe wohl durch Mittelwertbildung verbessern. Man kann z. B. für jede Gruppe das Mittel aus ihrer Häufigkeitsziffer und der der beiden angrenzenden Gruppen einsetzen (3 Gruppenmittel), auch analog 5 Gruppenmittel aufstellen. Man verzichtet damit auf alle Details, die sich innerhalb des Bereiches einer solchen Mittelbildung abspielen. Diese Methode kann manchmal gute Dienste leisten, wenn es sich bloß um Darstellungen handelt. Es darf aber nicht vergessen werden, daß dadurch auch der Unterschied zwischen Maximum und Minimum in um so größerem Maße ausgeglichen wird, je größer der Bereich dieser Mittelbildung ist.

Außerdem verschafft eine derartige Mittelbildung allein immer ein falsches Bild von der Genauigkeit des Verfahrens. Man wird daher als Grundsatz zu beachten haben, daß zu solchen Darstellungen immer nur im Notfalle gegriffen werden darf. Immer soll daneben auch das Originaldiagramm gegeben werden.

Die Wirkung der statistischen Behandlung beruht darauf, daß die Erscheinungen, die gesetzmäßig auftreten, gegenüber

ungeregelten Erscheinungen hervorgehoben werden. Nun soll aber nur eine Gesetzmäßigkeit dargestellt werden, nämlich die, die durch das Gefüge des Schliffes gegeben ist. Es muß daher darauf geachtet werden, daß nicht durch den Vorgang selbst noch andere Gesetzmäßigkeiten in das Material hineingeraten. Eine Fehlerquelle liegt in der Feststellung der Auslöschung im Rot der ersten Ordnung. Es sind hier zufällige Fehler und gesetzmäßige möglich. Über die zufälligen Fehler ergaben häufige Kontrollmessungen, daß auch bei raschem Arbeiten die Einstellung auf Auslöschung nie mehr als 4° falsch wurde, daß der mittlere Fehler etwa 2° betrug. Dies rechtfertigt auch die Wahl von Gruppen zu 5°.

Ein gesetzmäßiger Fehler kann aber daraus entstehen, wenn der Farbenton der Auslöschung in einem Sinn falsch angenommen wird. Nach den Erfahrungen des Verfassers kann dies besonders nach längerer Arbeit als Ermüdungserscheinung auftreten, es erfolgt daraus eine Verdrehung des Diagrammes in einer Richtung. Die Fehler dürften wohl nicht bedeutend sein, höchstens 5°, können nur dann sich unangenehm bemerkbar machen, wenn viele Schnitte annähernd normal zur Achse getroffen werden, da dann der Farbenwandel langsam erfolgt. Gegen diesen Fehler hilft besonders Vermeidung von Ermüdung, häufiges Vergleichen mit dem richtigen Rot außerhalb des Schliffes. Es würde sich vielleicht auch die Verwendung eines Gypsblättchens einer anderen Farbe mit noch rascherem Übergang empfehlen. Stauroskopische Okulare würden wohl eine genauere Bestimmung zulassen, erschweren und verlangsamen aber die Arbeit wegen der Zentrierung der Schnitte unzulässig.

Viel wichtiger sind aber andere Fehlerquellen.

Wie schon oben angedeutet, ist es meist unmöglich, alle Quarzschnitte eines Schliffes zur Vermessung heranzuziehen, es muß eine passende Auswahl getroffen werden.

Der Verfasser hat nun dabei für seine Person folgende Erfahrung gemacht. Bemüht man sich, aus einem viele Individuen umfassenden Gesichtsfelde einzelne auszuwählen, so werden in erster Linie die größeren herangezogen, dann aber auch die, welche bei der augenblicklichen Stellung des Tisches

gerade im Blau der zweiten Ordnung erscheinen, da dieses bedeutend auffälliger ist als das Gelb der ersten. Gerade dieses Moment könnte empfindliche Fehler hervorrufen. Es kann diesem Fehler ja dadurch vorgebeugt werden, daß man sich bemüht, immer den Quadranten zu wechseln, d. h. zur Auswahl dem Tisch immer eine gegen die frühere um 90° verschiedene Stellung zu geben, da dann andere Schnitte in dem Blau erscheinen. Doch ist es immer schwierig, eine genaue Vorstellung über die Wirksamkeit dieses Hilfsmittels zu erhalten.

Eine andere, bei willkürlicher Auswahl schwer zu vermeidende Fehlerquelle besteht in einer vorgefaßten Meinung. Der Verfasser hat die Erfahrung gemacht, daß in dem Falle, als man eine bestimmte Ansicht über die Existenz eines Maximums der Orientierungshäufigkeit hat, unwillkürlich solche Schnitte, die diesem entsprechen, mehr herangezogen werden. Aber auch durch diese Erkenntnis ist keine Möglichkeit, einen derartigen Fehler zu vermeiden, gegeben, da es wahrscheinlich ist, daß man dann in den entgegengesetzten Fehler verfällt.

Da diese zwei Fehlerquellen die größte Gefahr für die Anwendbarkeit dieser Methode darstellen, mußte getrachtet werden, solche psychologische Momente von der Auswahl gänzlich auszuschalten, diese vollkommen zu mechanisieren. Dies geschah bei gewöhnlichen Schliffen auf die Weise, daß mit starken Vergrößerungen gearbeitet wurde, so daß also in einem Gesichtsfelde nur wenig Individuen erschienen. Es wurde nun grundsätzlich ein jeder Schnitt in einem Gesichtsfelde vermessen und erst dann ein neues eingestellt. Diese Einstellung geschah immer mit derselben Schraube des Kreuzschlittens. So wurde ein Streifen über das Objekt geschaffen, von dem alle Quarze vermessen wurden. Die Einstellung eines anderen Streifens geschah mit dem zweiten Gang des Kreuzschlittens, wobei der Abstand der Streifen den Bedürfnissen entsprechend groß oder klein genommen werden konnte. Es empfiehlt sich immer, die Lage dieser Streifen mit dem Kreuzschlittenmaßstab festzulegen, da dies für gewisse Erscheinungen wichtig sein kann.

Ein anderer Weg, der besonders für sehr feinkörnige Gesteine zu empfehlen ist, war folgender:

Der Gefertigte verwendet für Zwecke, bei denen viele Einstellungen von Richtungen notwendig sind, statt des Fadenkreuzes ein rechtwinkliges Zählnetzmikrometer, was den Vorteil hat, daß man an jeder Stelle des Gesichtsfeldes Richtungen orientieren kann. Es wurde bei langsamer Fortbewegung des Schliffes mit einer Schraube grundsätzlich jeder Schnitt vermessen, der in ein bestimmtes Feld des Mikrometers eintrat. Auch auf diesem Wege wurden also Streifen über den ganzen Schliff geschaffen.

Natürlich können Probleme auftreten, bei welchen die Auswahl der Schnitte durch eine gewisse, aber geregelte Willkür erfolgen muß, z. B. wenn nur einzelne ausgezeichnete Lagen vermessen werden sollen.

Eine andere Fehlerquelle ist das Verwechseln von α' und γ'. Besonders beim Beginne der Untersuchungen wurde dies relativ häufig beobachtet, konnte aber durch Aufmerksamkeit ganz vermieden werden. Dieser Fehler erzeugt gerade bei Gesteinen mit einem ausgesprochenen Maximum charakteristische Bilder, da dann im Minimum ein sekundäres Maximum auftritt.

Ablesefehlern ist der Verfasser nie begegnet. Es hat sich empfehlenswert gezeigt, bei der Abrundung der Ablesungen auf einen Grad schon auf die Aufteilung in Gruppen Rücksicht zu nehmen. Daher wurde ein Azimut von z. B. 39·9° nicht als 40° notiert, sondern als 39°, da sonst die Gefahr bestanden hätte, daß es bei der Aufteilung zu Gruppe 40 bis 45° geschlagen würde.

Ein wichtiges Kriterium für die Richtigkeit der Darstellung und die Wirksamkeit der Vorsichtsmaßregeln wäre die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, daß nämlich bei zwei verschiedenen gleichartigen Untersuchungen desselben Materiales das gleiche Resultat erzielt werden muß. Der Verfasser hat dabei im allgemeinen sehr günstige Resultate erhalten, wünschenswert wären allerdings auch Paralleluntersuchungen durch zwei verschiedene Beobachter, da dabei insbesondere auch über die psychologischen Einflüsse Aufschluß erhalten würde.

Zur Methode der Schnittauswahl sei noch folgendes hinzugefügt. Wie auch in einem folgenden Beispiel gezeigt wird, kommt es vor, daß in einzelnen Lagen eine von den übrigen ganz abweichende Gefügeregelung auftritt. Um solche Fälle beherrschen zu können, empfiehlt es sich, die zur Untersuchung gelangenden Streifen // der Schieferung auszuwählen, und diese Streifen auch statistisch getrennt zu behandeln, wobei solche Abweichungen leicht erkannt werden können. Die gebräuchliche Adjustierung der Schliffe mit der Schieferung // zu einer Kante des Objektträgers erleichtert dieses Vorgehen.

Die nachfolgenden Beispiele entstammen Dünnschliffsammlungen, die dem Verfasser von Herrn Hofrat Becke, Dr. Spitz, dem Mineralogischen Institut der Montanistischen Hochschule Leoben (Käufliche Sammlung der Firma Voigt und Hochgesang nach U. Grubenmann) Dr. Schurk freundlich überlassen wurden. Die Bezeichnung der Schliffe weist auf die Herkunft hin.

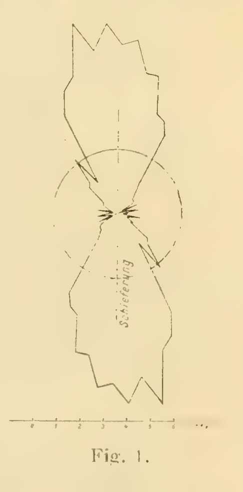


Fig. 1.

1. Becke, 132·0; 2. Weißer Quarzit, Tristenkar. Fig. 1.

Mineralbestand: Quarz, verhältnismäßig wenig Muskovit, sehr selten Albit. Kohlige Substanz.

Textur: Straffe Schieferung, sowohl hervorgebracht durch die Glimmer, die aber nur selten zusammenhängende Lagen erzeugen, meist im Gestein verstreut sind, als auch durch die Quarze, die vielfach in der Schieferungsrichtung langgestreckt sind. Diese Form ist aber verschieden von der, die Sander Bogenquarz nennt; es zeigt sich, daß nur die Quarze die langen Umrisse zeigen, die von zwei Glimmern begrenzt sind. Es ist daher die plattige Form ein Produkt der einseitig behinderten Krystalloblastese.

Die Quarze zeigen intergranuläre plastische Deformation, undulöse Auslöschung und Felderteilung normal zur Schieferung. Diese ist aber nicht genügend um die Form der Quarze zu

erklären. Plastische Deformation spricht sich auch in den etwas verbogenen Glimmern eines anderen Schliffes desselben Gesteines aus.

Der Schliff weist schon bei der Betrachtung mit dem Gypsblättchen eine ausgezeichnete Gefügeregelung auf.

Im Diagramm zeigt sich ein ausgezeichnetes Maximum im Azimute der Schieferung, eine geringe Verdrehung dagegen dürfte zu vernachlässigen sein. Das ziemlich gleichmäßige Maximum enthält in einem Bereich von 20° 38% aller Schnitte. Die anstoßenden Richtungen zeigen einen raschen Abfall der Prozentzahlen, das Minimum ist fast 0.

2. Spitz 80. Aplitischer Granit, Cucler dad jon dad Ontsch.

Mineralbestand: Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Perthit. Sehr wenig primärer Muskovit, sekundäre Serizitschmiere um die Feldspate. Apatit.

Textur: Durch Kataklase einem Granit aufgeprägte Schieferung. Diese ist hauptsächlich durch die Quarzkörner gegeben.

Die ursprünglichen Quarze sind zum größten Teil in ein Aggregat kleiner Körner von elliptischem Schnitt zerfallen, deren Hauptachsen parallel liegen. Zwischen ihnen ist kein Mörtel gebildet. Wo größere Quarze erhalten sind, zeigen sie bandförmige Felderteilung // zur Schieferung. Deformation intragranulär.

Die Orthoklase sind stark undulös, nach Spaltrissen zerpreßt. Diese sind wieder mit Quarz ausgeheilt, der aber auch starke Kataklase zeigt. Relativ intakt sind die Plagioklase, die von Serizithäuten umzogen sind. Der primäre Glimmer stark verbogen.

Ausgezeichnete Gefügeregelung des Quarzes von ähnlichem Charakter wie beim ersten Beispiel. Doch ist das Maximum des Diagrammes gegen die Schieferung um etwa 75° verdreht. Es ist aber in diesem Falle nicht sicher, ob diese Art der Schieferung durch Quarz mit einer krystalloblastischen Glimmerschieferung zu vergleichen ist.

$h = 1 \cdot 5$, siehe später.

3. Spitz 54. Biotit-Plagioklas-Gneis. Tanter Ruinas bei Münster. Fig. 2.

Mineralbestand: Quarz, Oligoklas, zumeist stark zersetzt. Biotit, stark gebleicht und teilweise chloritisiert. Muskovit. Serizitgeflecht, Apatit.

Eine ursprüngliche Krystallisationsschieferung noch deutlich erkennbar. Flach gewellte Biotit-Muskovithäute umzogen lange Linsen von Quarz-Feldspat, in denen der Quarz idio-, der Feldspat xenoblastische Formen zeigt.

Eine spätere kataklastische Phase hat den Quarz in Stengel schräg zur Schieferung zerlegt, die selbst wieder stark undulös sind. Reichliche Sandbildung zeigt, daß die Deformation sich auch stark zwischen den Körnern abgespielt hat.

Die in der Richtung der Schieferung oft langgestreckte Form der Feldspate dürfte noch aus der früheren Phase stammen. Sie zeigen kaum innerliche Beeinflußung durch die Kataklase, sind aber randlich oft in ein Glimmergeflecht aufgelöst. Glimmer verbogen.

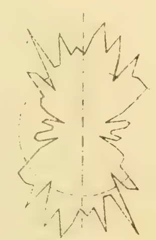


Fig. 2.

Das Diagramm zeigt eine bedeutend weniger strenge, aber doch ganz ausgesprochene Gefügeregelung. Das Maximum liegt in der Schieferungsebene, ist breit aber nicht hoch, das Miniumum nicht tief.

$h \backsim 0 \cdot 85$.

4. Spitz 97. Porphyrischer Muskovitgranit. Urtiola, Oberterza. Fig. 3.

Mineralbestand: Quarz, Orthoklas, Perthit, saurer Plagioklas stark getrübt, Muskovit. sekundärer Serizit, limonitisch zersetztes Erz, Apatit.

Es scheint ein porphyrischer Granit vorzuliegen, der eine krystalloblastische Phase mitgemacht hat. Dieser gehört die Ausbildung einer straffen Schieferung durch Muskovit an. Der Zerfall von Orthoklasaugen in Gruppen von Einzelkrystallen scheint dieser Zeit anzugehören. (Warmreckung niederen Grades). Aus dieser Periode stammt auch die Bildung der Plagioklase wie angedeutete Reliktschieferung (*si*) in ihnen beweist.

Eine nachträgliche intensive Kaltreckung hat dann den Quarz weitgehend beeinflußt, ihn in Lagen lang leistenförmiger

Körner // zur Schieferung zerlegt. Die Individuen sind unregelmäßig verzahnt, was bis zur Sandbildung gehen kann. Eine starke undulöse Auslöschung, deren Grenzen fast normal zur Schieferung verlaufen.

Auffallend innerlich unbeeinflußt sind die Feldspate durch diese Deformation. Doch sind einzelne Plagioklase nahezu um 90° verdreht, wie das verlagerte *si* beweist.

Die Glimmer sind verbogen.

Gute Quarzgefügeregelung. Das Diagramm zeigt zwar das Maximum in der Schieferungsebene, eine Asymmetrie ist aber unverkennbar, insbesondere fällt die Zerteilung des Maximums in einzelne Lappen auf.

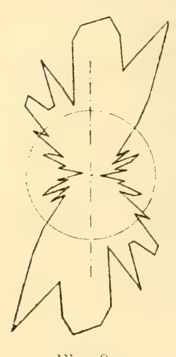


Fig. 3.

Es ist möglich, zur Erklärung dieses Verhaltens anzunehmen, daß das Ursprungsgestein einzelne große, verschieden orientierte Quarze enthalten hat, daß die Abkömmlinge jedes dieser Individuen eine Gruppe mit besonderer Orientierung darstellen. In einem solchen Falle wäre es empfehlenswert, ein jedes derartiges Aggregat für sich zu behandeln. *h* beiläufig 1·2.

5. Becke, 398. Biotitschiefer, Ochsnerkarschneid.

Mineralbestand: Quarz, wenig Oligoklas, Biotit, wenig Muskovit, Granat, Staurolith, Disthen, ferner ein glimmerähnliches Mineral von fast gerader Auslöschung, geringer Doppelbrechung (0·01), Brechungsexponenten wie γ-Biotit. In verwandten Schliffen von der Schwarzensteinalpe zeigt es in Zwillingen deutlich eine schwach schiefe Auslöschung. Dort konnte auch bestimmt werden, daß es optisch zweiachsig mit kleinem Achsenwinkel bis optisch einachsig positiv ist. Seine Farbe ist ein ganz schwaches Grün (Chloritoidgruppe?). Ferner reichlich kohlige Substanz, Erz.

Gefüge gegeben durch ein Grundgewebe mit schöner, nur wenig gewellter Krystallisationsschieferung, insbesondere dargestellt durch groß entwickelte Biotitlagen, neben denen aber auch Querbiotite auftreten. In einzelnen Lagen werden

die Biotite durch das erwähnte Mineral verdrängt, wie noch zahlreiche Biotitreste verkünden. Diese Verdrängung erfolgt gleichachsig.

Zwischen diesen Biotiten lagen Schichten aus kleinen Quarzkörnern, die selbst durch kleine Biotit- und Muskovitblätter geschiefert sein können. Die in der Schieferung längliche Form der Quarze, die keinerlei undulöse Auslöschung zeigen, weist darauf hin, daß eine mechanische Deformation durch Krystalloblastese überdauert war.

Schichtweise eingelagerte kohlige Substanz, die sowohl in die Quarze wie in die Biotite aufgenommen ist, weist darauf hin, daß die Schieferung im wesentlichen einer Primärschichtung folgt.

In dieses Grundgewebe sind Porphyroblasten von Granat, Disthen, Staurolith eingelagert. Erstere haben Schieferungsrelikte, in Quarz ausgedrückt in sich aufgenommen. Die Verdrehung derselben gegen die äußere Schieferung deutet auf eine stattgefundene starke Scherdeformation.

Gefügeregelung aus der reinen Anschauung nicht besonders auffallend. Im Diagramm dagegen sehr ausgesprochen, aber nicht von hohem Grade. Das Maximum liegt in der Schieferungsebene.

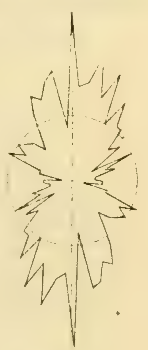


Fig. 5.

$h = 0 \cdot 9$.

6. Grubenmann, 81. Kalkglimmerschiefer, Val Canaria, Tessin.

Mineralbestand: Calcit, Quarz, Muskovit, spärlich Zoisit in langen Stengeln in einer Glimmerlage.

Gefüge gegeben durch schöne Krystallisationsschieferung.

Der Muskovit bildet zusammenhängende Häute, die Calcit-Quarzlagen einschließen. In letzteren bildet Calcit oft in der Schieferung sehr langgestreckte Körner, die keine mechanische Deformation und nur spärlich Zwillingslamellen erkennen lassen. Der Quarz bildet zum Teil linsenförmige Kornaggregate (Sedimentäres Relikt?), sonst aber tropfenförmige Einschlüsse im Calcit. Er ist in der Regel isometrisch entwickelt, mit

glatten Korngrenzen gegen Calcit. Gegen diesen erweist er sich idioblastisch stärker.

Von diesem Schliffe wurde nicht bloß das Quarzgefüge, sondern auch das Calcitgefüge statistisch aufgenommen. Fig. 5, 6, 7.

Das Quarzgefüge zeigte dadurch eine Eigenheit, daß eine schmal begrenzte Schicht, die weiter nichts Auffälliges zeigt, ein durchwegs anderes Gefüge aufweist. Diese wurde daher einzeln behandelt.

Der übrige Schliff zeigt schöne, aber nicht intensive Gefügeregelung, an der auffällig ist, daß das Maximum einen ziemlich bedeutenden Winkel mit der Schieferung bildet (65°). Auffällig ist ferner, daß das Minimum nicht normal darauf

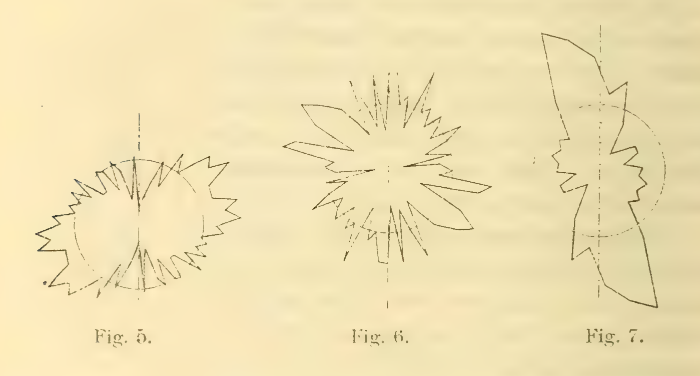


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

steht, sondern ziemlich genau in der Schieferungsrichtung liegt. $h = 0 \cdot 8$.

Die abweichende Schicht 4 zeigt ein Diagramm mit sehr schwach ausgeprägtem Maximum und Minimum, die aufeinander senkrecht stehen. Das Maximum liegt in der Schieferung, aber etwas dagegen verdreht. Weitere Schlüsse verbietet die unruhige Form des Diagrammes, das aus zu wenig Beobachtungen gebildet ist.

Im Calcitdiagramm kam das γ des Calcites zur Darstellung, zur Wahrung der krystallographischen Analogie mit α-Quarz. Zur Aufnahme war die bei Quarz angewandte Methode nicht durchführbar. Die optische Orientierung wurde daher mit dem Achsenbild, wo dies nicht sichtbar war durch

den dann unverkennbaren Unterschied der Brechungskoeffizienten bei // Nikols bestimmt. Da nicht viel Schnitte vermessen werden konnten, wurde das Diagramm nach Gruppen von 10° konstruiert, die Einheit für 1 % aber halb so groß genommen, um die Diagrammgröße mit der der Quarze vergleichbar zu machen.

Das Calcitdiagramm zeigt nun eine sehr ausgesprochene aber ungewohnte Regelung. Das Maximum liegt beiläufig in der Schieferungsebene, ist aber dagegen verdreht. Die Größe der Verdrehung etwa 15 bis 20°. Auffällig ist ferner die asymmetrische Form des Diagrammes.

Vergleicht man alle diese Diagramme gegeneinander, so bekommt man ein interessantes Bild. Nimmt man nämlich an, daß für die Reihen 1, 2, 3, 5 die Gleichgewichtslage für *a* normal zur Schieferung lag, für die Reihe 4 und den Calcit in der Schieferung, so weisen alle 3 Diagramme gegen diese Gleichgewichtslage eine Verdrehung fast gleicher Größe und gleichen Sinnes auf.

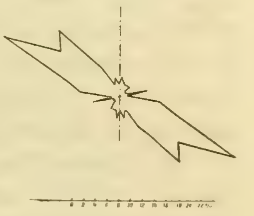


Fig. 8.

Das letzte Beispiel zeigt, daß die Methode auch auf andere Mineralien krystalliner Schiefer nutzbringend angewendet werden kann. Ein Studiengebiet, welches in dieser Beziehung vielversprechend ist, ist das der Querbiotite, aus welchem das folgende Beispiel stammt.

7. Grubenmann, 24. Granatglimmerschiefer, St. Gotthard, Fig. 9.

Mineralbestand: Muskovit, Biotit, Epidot, Granat, Chlorit, Turmalin, Erz.

Gefüge: Streng krystallisationsschiefriger Grund, zum größten Teile aus Muskovit in kleinen Blättern bestehend. An der Schieferung nehmen ferner noch teil: langgestreckte Erzkörner, Epidot, Turmalin, Chlorit, wenige kleine Biotite. In dieser Grundmasse eingelagert sind eine Unmenge kleiner Granaten mit scharfer krystallographischer Ausbildung, die in Schichten // der Schieferung sich anhäufen. Eingelagert sind ferner große Porphyroblasten von Biotit, die sämtlich Quer-

lagen einnehmen. Wie das vorhandene *si*, ausgedrückt durch Erz, Epidot, Muskovit, Chlorit beweist, ist die Entstehung der Querbiotite jünger al; die Schieferung. (In einzelnen Lagen kommen auch quergestellte Muskovite vor, die aber nicht die massige Form der Querbiotite zeigen.)

Zur Vermessung kam die Lage der Biotitspaltflächen.

Das Diagramm wurde nach Gruppen zu 10° konstruiert. Wegen der extremen Form wurde es in viermal so kleinem Maßstab dargestellt wie die übrigen. Man sieht nun daraus, daß es auch für die Querbiotite eine, in diesem Falle außerordentlich bevorzugte Orientierung gibt; sie bilden eine zweite Schieferung schräg zur Hauptschieferung. Und diese zweite Schieferung ist jünger als die Hauptschieferung. Diese Erscheinung hat der Verfasser auch an anderen Beispielen allerdings nicht immer in diesem Grade erkennen können. Die Parallellagerung ist nur meistens schwer zu erkennen, da die einzelnen Individuen so weit auseinanderliegen, daß eine Übersicht nicht zu erreichen ist. Dies bildet den Vorteil dieser Methode in diesem Forschungsgebiete.

Zu unserem Diagramme ist aber noch zu bemerken, daß der Schliff wohl auf der Hauptschieferung, nicht aber auf der Querschieferung senkrecht steht, daß daher der wahre Winkel beider Ebenen in dem Falle bedeutend größer ist, als er in dem Diagramme zur Darstellung kommt.

Was nun die Ergebnisse dieser, sowie auch noch anderer derartiger Untersuchungen für Quarz, nebenbei gilt dies wohl auch für andere Mineralien, anbelangt, so kann man sagen, daß es keinen krystallinen Schiefer gibt, in dem nicht eine Regelung des krystallographischen Gefüges erkennbar wäre. Nur können, was in einer folgenden Arbeit zur Darstellung kommen soll, die Verhältnisse durch das Auftreten mehrerer Maxima kompliziert werden. Weitaus in den meisten Fällen trifft aber der in den gegebenen Beispielen gelieferte Typus zu.

Uns interessiert an diesen Diagrammen erstens ihre Form, zweitens ihre Lage gegen andere Texturrichtungen des Gesteines.

Ihre Gestalt ist in vielen und gerade den schönsten Fällen beherrscht durch zwei aufeinander senkrecht stehende Symmetrieebenen. Es ist daher zu den durch die Natur des

Diagrammes vorhandenen Symmetrieelementen, Zentrum und zweizählige Drehachse noch ein drittes dazugetreten, eine bilaterale Symmetrie. Die Umrisse der Diagramme zeigen wohl starke Unterschiede, wenn man z. B. das des Quarzites des Tristenkares mit dem des Kalkphyllites von Val Canaria vergleicht.

Diese Unterschiede sind aber hauptsächlich durch die Darstellung in Polarkoordinaten erzeugt. Bei Darstellung in rechtwinkligen Koordinaten zeigen sich aber derart übereinstimmende Züge, daß es recht gut einzusehen ist, daß alle diese Formen durch ein einheitliches Gesetz beherrscht werden, in dem nur verschiedene Konstanten von Fall zu Fall verschieden sind. Dies verlockt zum Versuch, die mathematische Form dieses Gesetzes abzuleiten. Maßgebend für diese Form ist erstens die Symmetrie der Orientierung und dann die Periodizität derselben, da immer nach 180° dieselben Häufigkeiten auftreten.

Für die Ableitung wurde nun zur Voraussetzung genommen, daß in einem Gestein mit im wesentlichen ungeregeltem Quarzgefüge durch irgendeinen Einfluß eine Richtung derart ausgezeichnet wurde, daß sie ein Optimum für die Quarzorientierung darstellte. Die einzelnen Individuen werden sich diesem Optimum annähern, aber bei dieser Annäherung auf Widerstände stoßen, Reibungen, Einfluß benachbarter Krystalle u. dgl. Diese Störungen können in erster Annäherung gleich gut positiv wie negativ sein. Es hängt die Annäherung, die ein Krystall erreicht, im wesentlichen davon ab, wie sich bei ihm gerade die betreffenden »Elementarstörungen« kombiniert haben.

Die Häufigkeit des Auftretens von Orientierungen in einem gewissen Winkelabstand vom Optimum ist ident mit der Wahrscheinlichkeit einer Kombination von Elementarstörungen von dem betreffenden Winkelwerte. Dies ergibt auch die Erklärung von der größten Häufigkeit im Optimum, respektive die Berechtigung, das Azimut der größten Häufigkeit als das Optimum zu bezeichnen. Denn bei Kombination einer gewissen Anzahl positiver und negativer Elementareinflüsse ist die Wahrscheinlichkeit, daß diese sich aufheben, die größte.

Durch diese Überlegung gewinnt das Problem eine außerordentliche Ähnlichkeit mit dem eines anderen Wissensgebietes, nämlich mit dem der Fehlerverteilung.

Bei der Messung einer Größe handelt es sich auch um die Annäherung der Grenze des Maßes an die Grenze der zu messenden Größe. Auch hier wird die Annäherung durch verschiedene in einem oder in anderem Sinne wirkende Einflüsse gestört. Bei wiederholten Messungen differieren also die Maße voneinander, sie weisen von dem wahren Werte respektive dem dafür eingesetzten Mittelwerte Abweichungen, »Fehler« auf.

Für die messenden Wissenschaften ist es nun von hoher Bedeutung, die Wahrscheinlichkeit zu kennen, bei einer Messung einen Fehler von einer gewissen Größe zu machen.

Gauß hat hiefür eine Funktion, das Fehlerverteilungsgesetz, aufgestellt, welches die Form hat:

Die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler zwischen den Grenzen x und x_1 zu begehen, wird gegeben durch die Formel

$$w = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \int_{x}^{x_1} e^{-h^2 x^2} \, dx.$$

Konstruiert man die Kurve:

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2},$$

so gibt die Fläche zwischen den Ordinaten von x und x_1 und der Grundlinie die Wahrscheinlichkeit an, daß ein Fehler, dessen Größe von den erwähnten Grenzen eingeschlossen wird, gemacht wird. Diese Formel, auf Grund einfacher Annahmen deduktiv abgeleitet, befriedigt die Anforderungen, welche die Praxis an sie stellt, vollkommen.

In der Formel tritt der Koeffizient h auf. Er hat den Einfluß, daß bei großem h das Maximum der Kurve um den Mittelwert herum hoch ist, aber sehr rasch zu kleinen Werten abfällt. Und umgekehrt. Es ist also h eine Größe, die die Annäherung der Messungen an den wahren Wert klassifiziert, ein Maß für die Genauigkeit.

Wegen der Ähnlichkeit beider Probleme wurde diese Formel zum Aufbaue einer solchen für die Orientierung der Mineralien herangezogen.

Ein grundlegender Unterschied herrscht aber zwischen beiden Problemen:

Das Optimum, dem Messungen sich zu nähern haben, der wahre Wert existiert in der Zahlenreihe nur einmal, das Fehlerverteilungsgesetz hat daher nur ein einziges Maximum um diesen Wert herum, es ist aperiodisch.

Das Optimum, dem Mineralorientierungen sich nähern, tritt nach je 180° identisch wieder auf, es ist periodisch.

Es gelang nun nicht, die Funktion gänzlich für diesen Fall umzubauen, sondern es mußte zu einer Aushilfe gegriffen werden. Diese bestand darin, daß angenommen wurde, daß nicht dasselbe Optimum nach je 180° auftrete, sondern ein neues aber genau gleiches. Jedes derselben könne als isoliertes betrachtet werden und habe seine eigene Wahrscheinlichkeitskurve. Die einzelnen Kurven überlagern nun einander.

Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Orientierung in einem bestimmten Azimute auftritt, ergibt sich als Summe der für alle Optima für den Punkt bestehenden Wahrscheinlichkeiten, wird daher dargestellt durch die Summe aller Ordinaten der verschiedenen Wahrscheinlichkeitskurven. Demnach ergibt sich die Formel:

$$y = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{-h^2\pi^2(n+x)^2},\text{[1]}$$

wobei das Azimut in Bruchteilen von 180 ausgedrückt ist. n bedeutet dabei dabei alle ganzen Zahlen $-\infty$ bis $+\infty$

[1] Nach einer freundlichen Mitteilung Hofrat Wirtingers ist diese Reihe in der Theorie der elliptischen Funktionen wohlbekannt und kann auch in der Weierstraß'schen Bezeichnung dargestellt werden durch

$$y = \frac{1}{\pi} \vartheta_3 \left(x_1 \frac{i}{h^2\pi} \right) = \frac{1}{\pi} \sum_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{n^2}{h^2}} \cos 2n\pi x,$$

wodurch die Berechnung für kleine Werte von h vereinfacht wird, da die ersten Glieder dann bereits eine genügende Annäherung liefern.

Siehe: H. A. Schwarz-Weierstraß, Formeln und Lehrsätze zum Gebrauche der elliptischen Funktionen. Göttingen, 1885, p. 46.

Meist ist aber der Wert von $e^{-h^2\pi^2(1+x)^2}$ schon so klein gegenüber $e^{-h^2\pi^2 x^2}$, daß es selten notwendig ist, zu höheren Werten als $n = 2$ zu greifen.

Diese Funktion würde für verschiedene Werte von h punktweise errechnet, die verschiedenen y in Prozenten der Summe der innerhalb 180° auftretenden y umgerechnet und dann in derselben Weise und mit demselben Maßstab wie die Quarzdiagramme aufgetragen. Fig. 9 bis 19.

Diese Formel ergab eine ganze Reihe von Diagrammen, welche sich gesetzmäßig verändern, von langen schmalen mit einem Minimum fast gleich 0 bis zu solchen mit flachem breitem Maximum und ebensolchem Minimum, die sich der Kreisform nähern.

Es zeigt sich nun, daß für jedes gefundene Quarzdiagramm von symmetrischem Bau ein derartiges deduktives Diagramm gefunden werden kann. Die weitgehende Übereinstimmung der Formen spricht dafür, daß die Ableitung der theoretischen Diagramme im wesentlichen richtig ist, dies ist umso wichtiger, als immerhin an den gemachten Voraussetzungen Zweifel möglich sind.

Der Faktor, von dem die verschiedenen Formen der theoretischen Diagramme abhängen, ist das h.

Über die physikalische Bedeutung dieses Faktors gibt wieder die Analogie mit dem Fehlerverteilungsgesetz Auskunft Dort ist er ein Maß der Genauigkeit, mit dem sich die Messungen dem wahren Werte nähern.

Hier kann man nun behaupten, daß h ein Maß dafür ist, wie leicht es den Quarzen gemacht wurde, sich dem Optimum zu nähern, es ist ein Maß für die Mobilisation der Quarze, wobei unter Mobilisation eine Funktion aus Anreiz zur Umorientierung und Widerstand dagegen zu verstehen ist. Und in der Möglichkeit, diesen Faktor h für jedes Gestein leicht bestimmen zu können, erblickt der Verfasser den Hauptgewinn der deduktiven Untersuchung.

Es wurden zu diesem Zwecke die theoretischen Diagramme auf Pauspapier gezeichnet. Liegt nun ein praktisches Diagramm vor, so ist es leicht, durch Auflegen der Pause zu bestimmen, zwischen welche 2 Größen von h unser Fall einzureihen ist.

Nur darf man nicht meinen, daß das h ein lineares Maß der Mobilisierung ist, daß bei h gleich 2 diese doppelt so groß ist wie bei h gleich 1, es heißt nur, daß jene größer ist als diese und auch größer als bei h gleich 1·9.

So wurde bei den gebrachten Beispielen immer auch das h angegeben. Die Werte bewegen sich zwischen 1·6 und 0·6. Bemerkt sei. daß bei h größer als 1·3 die Gefügeregelung schon durch Betrachtung erkennbar ist.

Voller Probleme, deren Lösung wegen der zu geringen Erfahrung noch nicht möglich war, ist der Zusammenhang dieser h-Werte mit dem Deformationstypus, der dazugehört.

Mit Absicht wurden die Beispiele so gewählt, daß sie alle Typen enthielten, von hochkataklastischen bis zu rein krystalloblastischen, die derzeit keine Spur von mechanischer Krystalldeformation zeigen. Man sieht, daß bei beiden Gefügeregelung möglich ist; im allgemeinen bestätigt sich ja die von Trener und Sander ausgesprochene Regel, daß die intensiven Gefügeregelungen bei Kaltdeformation der Krystalle auftreten.

Doch glaubt der Verfasser gerade bei dem besten Beispiel, dem des Quarzits vom Tristenkar nicht, daß die Entsiehung des Quarzgefügebildes mit der erkennbaren Deformation des Quarzes zu erklären sei, da diese ihm zu gering erscheint. Der Behauptung Sander's, daß eine Gefügeregelung bei deutlicher Krystalloblastese eine Abbildung aus vorangegangener Periode der Krystalldeformation sei, will der Verfasser Berechtigung nicht absprechen, doch möchte er auch die Möglichkeit einer primären Gefügeregelung durch Krystalloblastese im Auge behalten. Interessant wären in dieser Beziehung Studien an krystallinen Schiefern, die durch die Bewahrung von Sedimenttexturen mechanische Deformationen ausschließen, wie dies z. B. für die von Sander beschriebenen Beispiele aus Finnland zutrifft.

Die Ableitung der theoretischen Diagramme ergibt symmetrische Figuren unter der Voraussetzung, daß die Verteilung der Orientierungen vor der Regelung ungeregelt war oder daß das neue Optimum symmetrisch zur alten Regelung liegt. Dies gibt eine Erklärung für das asymmetrische Verhalten von Diagrammen. Ein solcher Fall ist schon bei Schliff

Urtiola, Fig. 3 besprochen, wo vielleicht einzelne große Individuen das Ausgangsmaterial darstellten.

Bei einigen Diagrammen vom Kalkphyllit Val Canaria, Fig. 5—7 scheint eine vorhergegangene anders orientierte Gefügeregelung Schuld an der Asymmetrie zu sein. Besonders auffällig ist diese beim Calcitdiagramm, bei dem der größte Wert ganz auf der einen Seite des Maximums liegt. Es scheint, daß vor der letzten Gefügeregelung ein sehr enges Maximum bestanden habe, daß das neue Optimum fast ganz außerhalb desselben lag, so daß sich alle Orientierungen von derselben Seite dem Optimum nähern mußten.

Außer diesen Formeigenschaften der Diagramme ist aber auch die Orientierung derselben zur übrigen Textur des Schiefers von Bedeutung.

Für die Quarze kann ja im wesentlichen ausgesagt werden, daß die von Trener und Sander ausgesprochene Regel meist zutrifft, daß die Hauptachsen normal auf die Schieferung stehen oder nach unserer Ausdrucksweise, daß α' in der Schieferung liegt. Doch gibt es unter den Beispielen auch krasse Ausnahmen. Der Verfasser möchte hier nicht so sehr auf den Schliff von Jon dad Ontsch hinweisen, weil er nicht weiß, ob die durch die Linsenform der Quarze bedingte Schieferung analog mit einer Glimmerschieferung ist, sondern besonders auf das Bild von Val Canaria. Jedenfalls aber stört eine solche asymmetrische Lage des Diagrammes den allgemeinen Bautypus eines krystallinen Schiefers.

Bei einem Schnitt krystalliner Schiefer gilt im allgemeinen, daß sein Texturbild nach zwei Richtungen, der der Schieferung und der normalen darauf bilateral symmetrisch ist; das heißt: Tritt im Schnitt eine Orientierung auf, so hat die symmetrisch dazu gelegene Richtung dieselbe Wahrscheinlichkeit des Auftretens.

Doch zeigen eine Reihe von Erscheinungen, daß diese Symmetrie nur eine äußerliche ist und das Auftreten schrägliegender Optima vermehrt die Zahl dieser Erscheinungen.

Da der Gefertigte die Absicht hat, gerade diese Symmetrieeigenschaften der krystallinen Schiefer zusammenfassend zu behandeln, sei über diesen Punkt nur kurz gesprochen.

In der Arbeit Mechanische Probleme der Gebirgsbildung, Mitt. d. Geol. Ges., Wien 1915, p. 63 hat der Verfasser die These aufgestellt, daß Schieferungsflächen die Abbildung von Gleitflächen darstellen, im Gegensatz zur Anschauung, daß sie Abbildungen von Hauptspannungen seien. Diese zwei Vorgänge unterscheiden sich unter anderem auch durch die Symmetrie. Hauptspannungen sind räumlich nach drei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen symmetrisch, ihr Produkt muß unbedingt dieselbe Symmetrie aufweisen. Dagegen weist ein Gleitvorgang nur eine zweizählige Drehachse in der Gleitfläche normal zur Gleitrichtung auf, auch ihr Produkt muß nur dieses Symmetrieelement zeigen. Dagegen kann auch in diesem Falle sekundär höhere Symmetrie eintreten, wenn Mineralien wie Glimmer sich mit einer Symmetrieebene in die Gleitfläche einstellen. Doch wird diese Symmetrie sich dann nur auf einige wenn auch auffällige Minerialien erstrecken, die Asymmetrie wird eine versteckte.

So weist also ein schrägliegendes Optimum wie gerade beim Falle Val Canaria aber auch Jon dad Ontsch darauf hin, daß das Gestein Gleitdeformationen ausgesetzt war, im ersteren Falle wird dies durch die gleichsinnige Verdrehung aller Diagramme noch bestärkt. Es muß aber ausgesprochen werden, daß der Zusammenhang zwischen Orientierung des Optimums und einer Gleitdeformation nicht umkehrbar ist in dem Sinne, daß bei jeder Gleitdeformation eine Schräglage des Optimums zu erwarten wäre. So zeigt der Schliff Oxnerkarschneid durch verlagertes *si* in den Granaten deutlich an, daß in ihm asymmetrische Gleitdeformation geherrscht hat, während das Optimum ausgezeichnet in der Schieferung liegt. Allerdings ist hier die Annahme zulässig, daß die Verdrehung und die Ausbildung der Gefügeregelung verschiedenen Phasen angehört.

Eine andere Möglichkeit der Ausbildung einer asymmetrischen Textur ist aber auch durch Überlagerung mehrerer an sich symmetrischer Schieferungen möglich. Diesem Falle dürfte das Beispiel der Querbiotite vom Gotthard angehören.

Wie einige Beispiele zeigen, kann die Methode nutzbringend auch für andere Mineralien angewandt werden, im allgemeinen für solche, bei denen einer im Schliffe sichtbaren

Richtung eine krystallographische eindeutig zugewiesen ist. Solche sind bei optisch einachsigen Krystallen die Auslöschungsrichtungen. Bei zweiachsigen Mineralien ist dieser Weg nicht betretbar. Wohl aber kann man bei solchen gut mit einscharig auftretenden Spaltflächen wie bei Glimmern arbeiten.

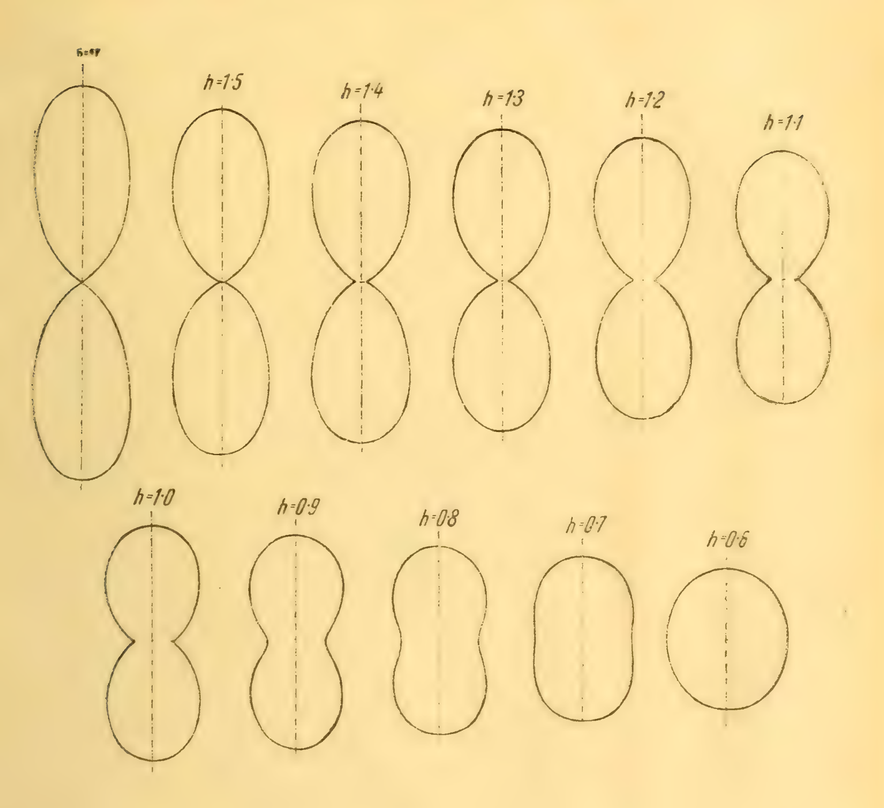
Der bisher dargestellte Vorgang hat einen großen Nachteil, daß er die Probleme nur in einer Ebene, der Schliffebene, behandelt, während die Quarzorientierung doch im wesentlichen eine räumliche Erscheinung ist. Man kann ja die Lage des Optimums im Raume aus den Lagen in zwei zueinander schrägstehenden Schliffen bestimmen. Die Verteilung der Häufigkeit um diese Optima herum läßt sich auf diesem Wege nicht behandeln. Auch hat der Verfasser bei derartigen Gelegenheiten manchmal sehr widersprechende Erscheinungen erkannt. Es müssen eben dann beide Schliffe aus einem Gebiete gleicher Orientierung stammen, wovon er für die darnach behandelten Schliffe (Grubenmannsammlung) nicht überzeugt war.

Der Verfasser hat versucht, die räumliche Orientierung der optischen Achsen der Quarze durch Vermessung der Achsenbilder zu bestimmen, doch scheiterte der Versuch an dem ungenügenden Gesichtsfelde des ihm zur Verfügung stehenden Objektives. Herr Hofrat Becke gab ihm den Rat, die optische Orientierung im Raume durch aus Auslöschungsrichtung und Höhe der Doppelbrechung zu bestimmen. Der Rat konnte bis jetzt wegen Zeitmangel nicht befolgt werden, doch gedenkt der Verfasser wegen der Wichtigkeit des Problems besonders für die Fragen der Streßerscheinungen ihn im Auge zu behalten.

Faßt man die bisherigen Ergebnisse der Studie zusammen, so hat man wohl noch keine fixen Resultate zu verzeichnen, wohl aber sind eine Reihe von Problemen angeschnitten, deren Auflösung nur von der Menge derartigen Beobachtungsmateriales abhängen dürfte. Auf die Wegsamkeit dieses Gebietes hinzuweisen, soll der Hauptzweck der Studie sein.

Der Verfasser fühlt sich verpflichtet, allen Stellen, die seine Untersuchung, insbesondere durch Überlassung von Schliffmaterial unterstützten, seinen Dank auszusprechen.

W. Schmidt: Gefügestudium krystalliner Schiefer.





Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

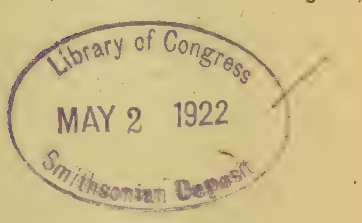
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 8. Heft

(Mit 5 Tafeln und 5 Textfiguren)



Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 8. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 8. Heft



Der chemische Bestand und das Verhalten der Zeolithe

I. Teil

Von

Gustav Tschermak

w. M. K. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juni 1917)

Als Zeolithe werden jene wasserreichen Aluminiumsilikate der Leichtmetalle bezeichnet, welche vorzugsweise in Blasenräumen und Klüften von Eruptivgesteinen, seltener auf Erzgängen und entsprechenden Spalten vorkommen. Das vorliegende Beobachtungsmaterial ist sehr umfangreich, doch sind die Analysen von sehr verschiedenem Werte. Jene aus älterer Zeit, die nach einer einfachen, aber minder genauen Methode ausgeführt wurden, können unberücksichtigt bleiben, doch wurden auch in späterer Zeit viele Resultate veröffentlicht, die keine Übereinstimmung erkennen ließen.

Auch wenn bloß die von bewährten Analytikern herrührenden Ergebnisse zur Berechnung der Formel benutzt werden, zeigen sich bei derselben Zeolithgattung solche Unterschiede, daß es bisher nicht möglich erschien, die Zusammensetzung auf Grund der bisherigen Annahmen bezüglich einer isomorphen Mischung zu erklären.

Eine Scheidung des Brauchbaren von dem Minderwertigen erscheint, ohne den Verdacht der Voreingenommenheit zu erwecken, nicht ausführbar und es erübrigt nur, dem Gegebenen bloß die gewöhnlichen Beobachtungsfehler zuzumuten und nur in besonderen Fällen die geringere Vertrauenswürdigkeit hervorzuheben.

Um bei dem folgenden Versuche einer Ermittlung der Verbindungsgesetze mich auf Beobachtungen stützen zu können, die mein Vertrauen genießen, habe ich mich seit Jahren bemüht, von den häufiger vorkommenden Zeolithen ein deutlich krystallisiertes reines, tadelloses Material zu gewinnen und dieses einer sorgfältigen Untersuchung zuzuführen. Dabei wurde mir die bereitwillige Mithilfe des nun verewigten Kollegen E. Ludwig zuteil, der eine Anzahl dieser Minerale in seinem Laboratorium und unter seiner Leitung von geübten Kräften untersuchen ließ. Die Mehrzahl der hierhergehörigen Analysen wurden von dem nicht mehr lebenden Adjunkten Dr. Emil Zdarek, die übrigen von den Herren R. Bernert, F. Kossmat, A. Ortmann, A. Paltauf und den Frauen Silvia Hillebrand, Helene Ludwig ausgeführt. Andere Beobachtungen, die von mir und Herrn M. Starck herrühren, gingen aus dem Mineralogisch-petrographischen Laboratorium in Wien, ferner eine von A. Pelikan aus dem gleichbenannten Institut in Prag hervor.

Die untersuchten Zeolithe wurden sämtlich im lufttrockenen Zustande analysiert. Dabei wird der Wassergehalt gegenüber dem ursprünglichen etwas zu niedrig bestimmt, denn die Zeolithe büßen in trockener Luft etwas von ihrem Wassergehalte ein. Man könnte das Pulver vor der Analyse einige Tage über Wasser halten, dem 1% Schwefelsäure zugesetzt worden. Wie bekannt, ziehen aber die getrockneten Zeolithe mehr Wasser an, als ihnen ursprünglich zukam und dabei verhalten sich die wasserreichen anders als die wasserarmen. Andrerseits wurde wahrgenommen, daß manche Zeolithe beim Pulvern etwas Wasser aufnehmen.

Bei der Berechnung des Wassergehaltes muß beides berücksichtigt werden. Die Bestimmung des Siliciumdioxyds erfolgte mit Rücksicht darauf, daß das Gel nach dem Eindampfen etwas wasserlöslich bleibt und erst nach längerem Trocknen auf dem Wasserbade fast unlöslich wird. Der geringe Betrag, welcher nun in den Tonerdeniederschlag übergeht, wurde nach Auflösen des Aluminiumoxyds ermittelt. Der Calciumniederschlag wurde nach dem Glühen und Wägen auf Reinheit geprüft.

Die Bestimmung des Natriumoxyds leidet, wie bekannt, an einiger Unsicherheit, weil beim Verjagen des Salmiaks durch Glühen auch etwas Natriumchlorid sich verflüchtigen kann. Bei der Absonderung des Kaliumplatinchlorids wurde nach dem Vorgange von Morozewicz auf die Konzentration des zugesetzten Alkohols Rücksicht genommen und wurde der Niederschlag mikroskopisch geprüft.

Durch diese Vergrößerung der Zahl zuverlässiger Analysen schien es möglich, leichter als vorher zu einem Einblick in das Wesen der Zeolithverbindungen zu gelangen.

In der Hoffnung auf einen Fortschritt in dieser Richtung wurde ich noch bestärkt durch die Ergebnisse der Untersuchungen über das Verhalten dieser merkwürdigen Silikate bei der Zersetzung durch Säuren und der Prüfung der dabei entstehenden Kieselsäuren. Da für diesen Zweck jedesmal größere Mengen reinen Materials erforderlich waren, so mußte ich mich auf eine geringere Zahl, als ich wünschte, beschränken. In den letzten zwölf Jahren konnten die bezüglichen Untersuchungen, für die nur das Winterhalbjahr günstig ist, dank der freundlichen Mithilfe des Herrn Dr. A. Himmelbauer, der jedoch, im Sommer 1914 auf einer Reise in Rußland begriffen, bei Ausbruch des Weltkrieges dort interniert, von der gebildeten Menschheit abgeschlossen ist, allmählich durchgeführt werden.

Bestens dankend erwähne ich die Förderung meiner Arbeit seitens des Herrn Kollegen F. Becke, der mir die Mittel seines Laboratoriums gütigst zur Verfügung stellte.

I. Neue Analysen.

Natrolith. Ziemlich klare Krystalle von dickstängeliger Form, ein Vorkommen von Brevik, Norwegen. Analyse von G. Tschermak unter I. Schöne große Krystalle von Großprießen, Böhmen, die schon früher beschrieben wurden,[1] von Prof. A. Pelikan in Prag neuerdings analysiert. II Dichte 2·254.

[1] Diese Sitzungsber., 111, Abt. I (1902), 334.

	I	II
SiO_2	47·89	47·40
Al_2O_3	26·81	26·88
CaO	—	0·05
Na_2O	15·83	16·25
K_2O	—	0·11
H_2O	9·69	9·67
	100·22	100·36

Skolezit. Breite, ziemlich durchsichtige Krystalle von Punah, Indien. $D = 2 \cdot 289$. Eine Analyse wurde schon früher mitgeteilt,[1] in letzter Zeit von G. Tschermak mit folgendem Resultat wiederholt:

SiO_2	46·10
Al_2O_3....	26·32
CaO	14·22
Na_2O....	0·12
H_2O	13·60
	100·36

Laumontit. Weiße, trübe, im Zerfallen begriffene Krystalle (Leonhardit) von Kongsberg, Norwegen. Analyse von G. Tschermak.

SiO_2	53·03
Al_2O_3....	21·87
CaO	11·69
Na_2O....	0·94
H_2O	12·60
	100·13

Thomsonit. Aus einem stängeligen Aggregat durchsichtiger Prismen von Kilpatrick wurde ein vollkommen reines Material gewonnen, das bei der von G. Tschermak ausgeführten Analyse die Zahlen unter I ergab. Der Comptonit von Wesseln bei Aussig, bestehend aus ziemlich durchsichtigen Krystallen von der Dichte 2·374, wurde von Dr. E. Zdarek analysiert II.

[1] Diese Sitzungsber., 114, Abt. I (1905), 464.

	I	II
SiO_2	37·73	37·84
Al_2O_3	31·63	31·46
CaO	13·55	13·52
Na_2O	4·01	4·25
H_2O	13·52	13·06
	100·44	100·13

Bei der Erwärmung des Comptonits auf 110° betrug der Gewichtsverlust 1·12 % des Minerals.

Analcim. Weiße Krystalle der Form (211) von dem bekannten Vorkommen an der Seisser Alpe in Tirol wurden von Frau Helene Ludwig analysiert mit dem Resultat unter I. Schöne durchscheinende Krystalle vom Table Mountain, Colorado, von der Dichte 2·261 ergaben bei der Analyse durch Herrn Prof. Dr. M. Starck die Zahlen unter II. Der Brechungsquotient für Na-Licht wurde von Herrn Hofrat F. Becke zu 1·479 bestimmt. Glashelle Krystalle der Kombination (100) (211) von den Cyklopeninseln bei Catania mit dem Brechungsquotienten für Na nach F. Becke von 1·489 und der Dichte 2·270 wurden von G. Tschermak analysiert III.

	I	II	III
SiO_2 ...	56·49	55·94	53·83
Al_2O_3 ...	21·98	22·21	24·02
CaO ...	0·36	0·19	0·55
MgO ...	0·03	—	—
K_2O	0·30	0·09	—
Na_2O ...	12·42	12·69	13·38
H_2O	8·56	8·55	8·27
	100·30 [1]	99·67	100·05

Gmelinit. Kleine, gut ausgebildete Krystalle von Montecchio Maggiore bei Vicenza von der Dichte 2·043 wurden von Dr. E. Zdarek mit folgendem Ergebnis analysiert:

[1] Darin auch 0·16 % Fe_2O_3.

SiO_2	48·82
Al_2O_3 ...	19·61
Fe_2O_2 ...	0·05
CaO	1·23
MgO	0·06
Na_2O	9·13
K_2O	0·38
H_2O	20·43
	99·71

Nach dem Erwärmen auf 110° betrug der Gewichtsverlust 4·9%.

Chabasit. An durchscheinenden weißen Krystallen von Wassons Bluff N. Sc. von der Dichte 2·081 bestimmte Dr. A. Himmelbauer den Rhomboederwinkel zu 85° 7½′, während für Chabasit derselbe nach Descloizeaux 85° 14′ beträgt. Analyse unter I. Rote Krystalle vom gleichen Fundorte ergaben die Dichte 2·091 und die Zahlenverhältnisse unter II. Beide Analysen von Dr. E. Zdarek. Bei der Berechnung der letzteren wurde das Eisenoxyd, als beigemengt, nicht einbezogen. Schöne durchscheinende Krystalle von den Faröern ergaben Herrn Dr. R. Bernert die Dichte 2·093 und die Zahlen unter III. Mit weißen Krystallen von Rübendörfel bei Aussig bestimmte Herr Prof. Dr. A. Paltauf die Dichte = 2·121 und die Verhältnisse unter IV.

	I	II	III	IV
SiO_2	50·62	50·45	46·78	48·16
Al_2O_3 ...	17·71	17·71	19·84	20·33
Fe_2O_3 ...	0·09	0·22	—	—
CaO	8·23	8·65	9·54	9·85
MgO	0·05	0·05	—	0·53
Na_2O	1·30	0·78	0·14	0·24
K_2O	0·28	0·78	3·15	0·62
H_2O	21·82	21·98	20·95	20·56
	100·10	100·62	100·40	100·29

Nach dem Erwärmen auf 110° betrug für I der Gewichtsverlust 6·00%.

Ptilolith. Kleine weiße Kügelchen von durchschnittlich 3 *mm* Durchmesser, Ausfüllungen von kleinen Hohlräumen eines vulkanischen Gesteines der Insel Guadalcanar, ergaben bei der Analyse durch Herrn Prof. Dr. F. Kossmat nachstehende Zahlen. Es ist möglich, daß dieselben schon irgendwo veröffentlicht wurden.

SiO_2	67·23
Al_2O_3	10·92
Fe_2O_3 . . .	0·29
CaO	1·83
MgO	0·34
Na_2O	3·92
K_2O	0·58
H_2O	14·91
	100·02

Bei 110° betrug der Gewichtsverlust 3·14 %.

Heulandit. Große, farblose, durchsichtige Krystalle von Berufiord, Island, $D = 2·104$, analysierte Frau Silvia Hillebrand mit folgendem Ergebnis, das schon früher[1] mitgeteilt wurde.

SiO_2	58·03
Al_2O_3	15·97
Fe_2O_3 . . .	0·13
CaO	7·93
MgO	0·07
Na_2O	0·95
K_2O	0·66
H_2O	16·78
	100·52

Das Mineral enthielt auch Spuren von Ba, Sr, Li.

Desmin. Aus weißen Krystallaggregaten von den Faröern wurden klare Blättchen gewonnen, die bei der Analyse durch Frau Silvia Hillebrand die Zahlen I lieferten. Auch hier

[1] Diese Sitzungsber., 115, Abt. I (1906), 715.

wurden Spuren von Ba, Sr, Li nachgewiesen. An einem anderen Vorkommen mit der gleichen Fundortsangabe und reinem Material von der Dichte 2·204 erhielt Herr A. Ortmann die Resultate unter II.

	I	II
SiO_2	58·14	54·51
Al_2O_3	15·48	16·31
Fe_2O_3....	0·15	—
CaO.....	8·06	8·00
MgO	0·08	—
Na_2O	0·01	1·94
H_2O	18·57	18·86
	100·49	99·62

Phillipsit. Kleine weiße Krystalle vom Eulenberg bei Leitmeritz mit der Dichte 2·186 wurden von Herrn Dr. F. Focke ausgesucht. Daran bestimmte Herr Dr. E. Zdarek die Zusammensetzung:

SiO_2	48·86
Al_2O_3 ...	20·99
Fe_2O_3 ...	0·17
CaO	6·76
MgO....	0·05
Na_2O....	0·99
K_2O.....	5·05
H_2O	16·55
	99·42

Bei 110° betrug der Gewichtsverlust 6·44 %.

Gismondin. Weiße kleine Krystalle von Capo di Bove bei Rom, $D = 2·256$, ergaben bei der Analyse durch Dr. E. Zdarek die Verhältnisse unter I. Kleine weiße Krystalle vom Schieferberg bei Salesl, Böhmen,[1] welche von Prof. J. E. Hibsch sorgfältig ausgesucht wurden, führten bei der von G. Tschermak unternommenen Analyse zu den Zahlen unter II.

---

[1] Tschermak's Min. und petr. Mitt., her. v. Becke, 34 (1917), 187.

	I	II
SiO_2	37·60	35·78
Al_2O_3	27·04	28·00
Fe_2O_3	0·23	—
CaO	12·34	13·90
Na_2O	0·41	2·04
K_2O	2·87	—
H_2O	20·07	20·41
	100·56	100·13

Bei 110° gab der Gismondin von Capo di Bove 6·30% Wasser ab.

2. Vergleichung der Ergebnisse.

Aus diesen Analysen berechnen sich die folgenden Verhältniszahlen der Elemente, wobei jene für Na und K zusammengelegt, in den Fällen, da Ca vorwiegt, die äquivalenten Mengen von Na und K zugefügt, ferner die kleinen Mengen von Fe''' und Mg zu Al und Ca gerechnet wurden. Alle Zahlen sind auf den Wert 2 für Al bezogen.

	Si	Al	Na	H	Si : H
Natrolith Brevik	3·02 :	2 :	1·95 :	4·10	1 : 1·357
» Großpries. ...	2·99 :	2 :	1·11 :	4·08	1 : 1·365
Analcim Seiss.........	4·34 :	2 :	1·88 :	4·40	1 : 1·014
» Color.	4·27 :	2 :	1·92 :	4·37	1 : 1·023
» Cyklop.	3·80 :	2 :	1·92 :	3·91	1 : 1·028
Gmelinit Mont.........	4·22 :	2 :	2·18 :	11·82	1 : 2·225

	Si	Al	Ca	H	Si : H
Skolezit Puna	2·97 :	2 :	1·00 :	5·86	1 : 1·974
Laumontit Kong.......	4·11 :	2 :	1·04 :	6·54	1 : 1·592
Thomsonit Kilp.	2·02 :	2 :	0·99 :	4·85	1 : 2·399
» Aussig	2·04 :	2 :	1·01 :	4·71	1 : 2·310
Chabasit Wass........	4·85 :	2 :	0·987 :	13·98	1 : 2·885
» »	4·83 :	2 :	1·020 :	14·08	1 : 2·918
» Farö	4·00 :	2 :	1·06 :	11·89	1 : 2·98
» Aussig	4·01 :	2 :	1·00 :	11·47	1 : 2·86
Ptilolith Guad.........	10·26 :	2 :	1·02 :	15·23	1 : 1·482
Heulandit Beruf.	6·13 :	2 :	1·06 :	11·86	1 : 1·935

	Si	Al	Ca	H	Si : H
Desmin Faröer	6·33 :	2 :	0·957 :	13·52	1 : 2·139
» »	5·66 :	2 :	1·075 :	13·12	1 : 2·316
Phillipsit Eul	3·94 :	2 :	0·926 :	8·95	1 : 2·268
Gismondin Capo	2·36 :	2 :	0·972 :	8·42	1 : 3·573
» Salesl	2·17 :	2 :	1·025 :	8·27	1 : 3·818

Die angeführten Zeolithe, welche Repräsentanten der verschiedensten Gattungen darstellen, zeigen ein ziemlich konstantes Verhältnis von Aluminium zu Natrium oder Calcium, nämlich $Al_2 : Na_2$ oder $Al_2 : Ca$, während die Beträge für Si und H stark wechseln.

Es wäre nun möglich, daß mit dem Al und Ca oder Na in allen Zeolithen dieselbe Menge Si zu einer Verbindung vereinigt wären, die ich als die Kernverbindung bezeichnen möchte.

Um diese zu erkennen, wäre nachzusehen, wo neben Al das Minimum von Si eintritt. Dieser Fall ereignet sich beim Gismondin von Salesl, der vom Sauerstoff abgesehen das Verhältnis $Si_2Al_2CaH_8$ darbietet, und beim Thomsonit, dem sehr nahe das Verhältnis $Si_2Al_2CaH_5$ zukommt. Diese beiden würden aus dem Kern $Si_2Al_2CaO_8$ oder $Si_2Al_2Na_2O_8$ bestehen, mit dem verschiedene Mengen Wasser verbunden wären. In den übrigen Zeolithen wäre nicht bloß der Wassergehalt, sondern auch der Gehalt an Si ein wechselnder.

Wird diese Annahme eines konstanten Kernes zur Gliederung der analysierten Zeolithverbindungen benutzt, so ergeben sich die verschiedenen Mengen von Si und H, die den Kern begleiten, wie dies aus folgenden Beispielen bei Abrundung der Verhältniszahlen und Weglassung des Sauerstoffes zu ersehen ist.

Natrolith Brevik	Si	$H_{4\cdot1}$	$Si_2Al_2Na_2$
Analcim Seisseralpe	$Si_{2\cdot3}$	$H_{4\cdot4}$	$Si_2Al_2Na_2$
» Cyklopen	$Si_{1\cdot8}$	$H_{3\cdot9}$	$Si_2Al_2Na_2$
Skolezit Punah	Si	$H_{5\cdot9}$	Si_2Al_2Ca
Chabasit Wassons	$Si_{2\cdot9}$	H_{14}	Si_2Al_2Ca
» Faröer	Si_2	$H_{11\cdot9}$	Si_2Al_2Ca
Heulandit Berufiord	$Si_{4\cdot1}$	$H_{11\cdot9}$	Si_2Al_2Ca

Um eine Deutung der mit dem Kern verbundenen Mengen von Si und H zu finden, wird man wiederum jene Fälle in Betracht ziehen, in welchen das Verhältnis Si : H ein Minimum des Wassergehaltes erkennen lassen, nämlich Analcim und Natrolith, für welche dasselbe 4 : 4 und 3 : 4. Die Zusammensetzung beider, wenn für Analcim das durchschnittliche Verhältnis $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$ angenommen wird, führt zu der Vergleichung:

Natrolith ..... $Si\ H_4 . Si_2Al_2Na_2$
Analcim ...... $Si_2\ H_4 . Si_2Al_2Na_2$

Hier erscheinen zwei wohlbekannte Kieselsäuren SiH_4O_4 und $Si_2H_4O_6$ mit dem Kern vereinigt. Dies gibt schon eine Andeutung, daß bestimmte Arten von Kieselsäure zu dem Kern hinzutreten. Davon ausgehend, gewinnt man auch die weitere Deutung bezüglich des Wasserstoffes wie in folgenden Beispielen:

Skolezit Punah .... $Si\ H_4 . Si_2Al_2Ca . H_2$
Chabasit Faröer .... $Si_2\ H_4 . Si_2Al_2Ca . H_8$
Heulandit Berufiord ...... $Si_4\ H_8 . Si_2Al_2Ca . H_4$

Auch hier sind es die beiden vorhergenannten Kieselsäuren und eine polymere $Si_4H_8O_{12}$, die den Kern begleiten, jedoch tritt hier der Fall ein, daß auch eine bestimmte Menge Wasser hinzukommt, welche vorläufig als Hydratwasser bezeichnet werden mag.

Man kann demnach die Formel der genannten Zeolithe so gliedern, daß ein Teil als normales Salz, der zweite als Kieselsäure oder Kieselhydrat erscheint, wozu öfter noch Hydratwasser kommt.

Diesen Satz habe ich schon vor 33 Jahren ausgesprochen[1] und derselbe bildet die Grundlage der nachfolgenden Betrachtungen.

Diesem Befunde gemäß erscheinen die Zeolithe als Verbindungen, in denen ein bestimmtes Alumosilikat mit Kieselsäure und Hydratwasser vereinigt ist. Diese Idee wurde

---

[1] Tschermak's Lehrbuch der Mineralogie, 1. Aufl., Wien 1884.

später von Dölter erwähnt[1] und von Zambonini erörtert,[2] welcher auf das ähnliche Verhalten der Zeolithe und der Kieselgele hinwies.

Bisher wurde noch wenig Rücksicht darauf genommen, daß die Zusammensetzung von Zeolithen derselben Gattung meist variabel ist, folglich nicht in allen Chabasiten, Heulanditen usw. dieselbe Kieselsäure als Begleiter des Kernes anzunehmen wäre. Ein Beispiel geben zwei Chabasite von gleicher Krystallform:

Chabasit Wassons.......	$Si_{2\cdot9}\ H_6\ .\ Si_2Al_2Ca\ .\ H_8$
» Faröer........	$Si_{2\cdot0}\ H_4\ .\ Si_2Al_2Ca\ .\ H_8$

Während in dem Chabasit von den Faröern die Kieselsäure $Si_2H_4O_6$ mit dem Kern verbunden erscheint, ist in dem Chabasit von Wassons Bluff nicht eine solche, sondern eine Mischung dieser mit einer höher zusammengesetzten, wahrscheinlich $Si_4H_8O_{12}$, anzunehmen.

Diese Erscheinung wiederholt sich, wie später gezeigt wird, bei der großen Mehrzahl der Zeolithe, deren Zusammensetzung bisweilen zwischen ziemlich weiten Grenzen schwankt.

Nach meiner Auffassung beruht diese Schwankung darauf, daß nicht immer eine einfach zusammengesetzte Kieselsäure, sondern oft eine Mischung von solchen sich mit dem Kern vereinigt, also eine derlei Mischung die Stelle einer einfachen Kieselsäure vertritt, ohne daß die Krystallform sich erheblich ändert.

Dagegen könnte eingewendet werden, daß die Unterschiede in der Zusammensetzung nur darauf beruhen, daß die Verbindungen $Si_2Al_2CaO_8$ und $Si_2Al_2Na_2O_8$ als konstante Glieder angenommen wurden und daß vielmehr die Zahl für Si konstant anzunehmen sei, doch zeigen schon zwei Beispiele, daß diese Alternative nicht besteht. Die vorgenannten Chabasite geben:

Chabasit Wassons B.	2 Si : 0·7 Si_2Al_2Ca :	9·8 H
» Faröer..........	2 Si : Si_2Al_2Ca :	11·9 H

[1] Jahrb. f. Min., 1890, I, 119.

[2] Zeitschr. f. Kryst., 43 (1907), 404.

Die Analcimanalysen führen zu den Zahlen:

Analcim Seisseralpe .... 2 Si : 0·86 $Si_2Al_2Na_2$: 3·76 H
» Cyklopen ...... 2 Si : 1·11 $Si_2Al_2Na_2$: 4·32 H

Die in den beiden Fällen mit gleichen Mengen von SiO_2 verbundenen Gruppen zeigen in keiner Beziehung einen gleichen chemischen Wert, wonach die Annahme konstanter Mengen von SiO_2 neben den übrigen Gruppen zu keinem verständlichen Resultat führt. Hingegen läßt sich die Gleichwertigkeit der voneinander verschiedenen Kieselsäuren durch die von A. Werner begründete Annahme von Nebenvalenzen erklären.

Zur Prüfung der bisher nur aus den wenigen eingangs angeführten Analysen abgeleiteten Anschauung, nach der in jeder Zeolithverbindung vorläufig zwei bis drei Gruppen, Kern, Kieselsäure und meist auch Hydratwasser, zu unterscheiden sind, empfiehlt es sich, nunmehr unter Benutzung aller neueren Untersuchungen die Ergebnisse bezüglich jeder der einzelnen Gruppen zu vergleichen.

3. Das Verhältnis von Aluminium zu Calcium und Natrium.

Es wird allgemein angenommen, daß in den Zeolithen das Verhältnis Al_2 : Ca und Al_2 : Na_2 stattfindet, erstens, weil dasselbe in vielen wasserfreien Silikaten, wie Orthoklas, Albit, Anorthit, Leucit, gefunden wurde, zweitens, weil die aus den Beobachtungen berechneten Zahlen sich meistens wenig von jenem Verhältnis unterscheiden und die Abweichungen sowohl im positiven wie im negativen Sinne eintreten. Schon ein Blick auf die vorher angeführten Daten bestätigt das Gesagte, auch in dem Falle stärkerer Abweichungen in anderen Beobachtungsresultaten zeigt sich die gleiche Art der Schwankung um die genannten Verhältnisse. Es kommt aber doch häufiger vor, daß die Zahl für Calcium und Alkalien unter der von obiger Annahme geforderten bleibt, als daß sie dieselbe übertrifft. Als Grund dafür kann angeführt werden, daß, wie schon erwähnt wurde, die Bestimmung des Natriums leicht etwas zu gering ausfällt, zuweilen wohl auch die Bestimmung des Lithiums versäumt wurde, daß ferner für Aluminium, besonders

in den älteren Analysen, ein etwas zu großer Wert gefunden wurde, weil die zweite Fällung der Tonerde unterblieb. Der Beobachtungsfehler in Aluminium, wenn für dieses 2 angesetzt wird, wirft sich auf die Zahlen aller übrigen Stoffe. Wenn also der Wert für Al zu groß gefunden wurde, so erscheint die Zahl für Calcium und Alkalien zu klein, ebenso erscheinen dann die Zahlen für Si und H kleiner, als dieselben bei richtiger Bestimmung der Tonerde sein würden.

Es wäre aber doch möglich, daß in der Kernverbindung Wasserstoff enthalten ist, wofür der Hydronephelit (Ranit) ein Beispiel.

	Si	Al	Na	H
Hydronephelit......	1·94 :	2 :	1·35 :	4·38
Ranit.............	2·07 :	2 :	1·76 :	4·13

Hier wurde von Clarke angenommen, daß statt des Natriums, das gegenüber dem Verhältnis $Al_2 : Na_2$ abgeht, Wasserstoff in die Kernverbindung eintrete. Da jedoch die beiden Analysen an derben Stücken eines Zersetzungsproduktes ausgeführt sind, deren Gleichartigkeit und Reinheit nicht sicher ist, so kann die Abweichung von jenem Verhältnis auch durch eine Beimischung von Aluminiumhydroxyd (Diaspor, Hydrargillit) erklärt werden.

In der Tat beobachteten Scheerer und Thugutt[1] eine solche Beimengung und berechnete letzterer auf Grund seiner Versuche mit Hydronephelit in diesem eine Zusammensetzung aus ungefähr 83 % Natrolith, 15 % Hydrargillit und 2 % Diaspor.

Immerhin erscheint jene Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daher in den Fällen, da die Zahl für Calcium und Natrium unter dem durch Aluminium geforderten Betrage bleibt, zu erwägen wäre, ob ein größerer Fehler in diesen Bestimmungen anzunehmen sei oder nicht. In dieser Beziehung möchte ich aber, bevor ich zur Berechnung der einzelnen Analysen schreite, schon berichten, daß aus allen Analysen, die an reinem Material angestellt wurden und in denen bloß geringe Beobachtungsfehler anzunehmen sind, das gefundene Verhältnis von Aluminium zu Calcium und Alkalien sich nahezu genau dem genannten entsprechend ergibt.

[1] Jahrb. f. Min., 1910, I, 25.

Somit liegt kein zwingender Grund vor, von der Annahme, daß in den Zeolithen immer die Verhältnisse $Al_2 : Ca$ und $Al_2 : Na_2$ stattfinden, abzugehen. In der Folge werde ich demnach solche Analysen, die eine starke Abweichung von dieser Norm darbieten, nicht dazu benutzen, die hier anzunehmenden Verbindungen zu berechnen.

Innerhalb der Geltung des vorgenannten Verhältnisses macht sich in den Zeolithen eine gegenseitige Vertretung von Leichtmetallen bemerkbar.

Nicht selten zeigt sich, daß statt des Calciums eine äquivalente Menge Natrium, auch Kalium in die Verbindung tritt, ohne daß die übrigen Verhältnisse sich wesentlich ändern und ohne daß die Krystallform erheblich geändert erscheint. So in den rhomboedrischen Zeolithen:

	Si	Al	Ca	Na	H	$a : c$
Gmelinit Zdarek . .	4·219 :	2 :	0·122 :	1·574 :	11·82	1 : 1·0860
Chabasit Paltauf . .	4·015 :	2 :	0·949 :	0·103 :	11·47	1 : 1·1017

Werden hier statt des Natriums die äquivalenten Mengen Calcium eingesetzt, so ergeben sich die Verhältnisse 2 Al : 0·994 Ca und 2 Al : 1·001 Ca.

Man pflegt die Vertretung von Ca durch Na_2 in den Zeolithen allgemein anzunehmen, also eine Isomorphie eigener Art zuzugeben, wie sie in den wasserfreien Silikaten, mit welchen die Zeolithe oft verglichen werden, nicht beobachtet wird. Vergleicht man die Komponenten der Plagioklase:

$$Si_2Al_2CaO_8 = Si_2Al_2CaO_8$$
$$2\,Si_3AlNaO_8 = Si_2Al_2Na_2O_8 . Si_4O_8,$$

welche isomorphe Mischungen geben, so ist zwar in der einen Komponente die Gruppe Al_2Ca, in der anderen Al_2Na vorhanden, jedoch sind diese mit sehr verschiedenen Mengen von Siliciumdioxyd verbunden und dem Natrium folgt eine bestimmte und größere Menge der letzteren.

Ein solches Verhalten des Natriumsilikats gegenüber dem Calciumsilikat wird in den isomorphen Mischungen der Zeolithe niemals wahrgenommen, daher die bisweilen geäußerte

Ansicht, daß die Zeolithe als Feldspathydrate betrachtet werden können, keineswegs gerechtfertigt ist.

Der von Streng unternommene Versuch,[1] die Zusammensetzung der Chabasite durch Annahme der vier Silikate

$$Si_2Al_2CaH_8O_{12},\ Si_3AlNaH_8O_{12},\ Si_2Al_2Na_2H_8O_{12} \text{ und } Si_6Al_2CaH_{16}O_{24}$$

darzustellen, könnte als hierhergehörig angesehen werden, allein die vorletzte der angenommenen Komponenten wäre als ein Nephelin zu bezeichnen und die letzte entspricht keinem Feldspat.

Zeolithe, in denen das Kalium überwiegt, sind selten. Das Kalium tritt meist nur ergänzend neben Calcium und Natrium oder auch Barium auf. Im ganzen spielt es dieselbe Rolle wie das Natrium. Ein Beispiel dürfte genügen.

	Si	Al	Ca	Na	K	H
Phillipsit Nidda, Fresenius	3·783	2	0·687	0·099	0·550	8·930
Phillipsit Aci Castello, Fresenius	3·701	2	0·315	1·096	0·269	9·657

Nach Umrechnung von Natrium und Kalium auf die äquivalenten Mengen Calcium ergeben sich hier die Verhältnisse 2 Al : 1·011 Ca und 2 Al : 1·002 Ca.

Schon vorher wurde dementsprechend von der Zusammenfassung der beiden Alkalien Gebrauch gemacht. Auch weiterhin wird das gleiche Verfahren befolgt werden.

Die Vertretung von Calcium durch Barium ist am deutlichsten in der Phillipsitreihe. Für Harmotom wird gewöhnlich das Achsenverhältnis

$$0·7031 : 1 : 1·2310 \qquad \beta = 55° 10'$$

und für Phillipsit

$$0·7095 : 1 : 1·2563 \qquad \beta = 55° 37'$$

angenommen.

---

[1] Ber. d. Oberhess. Ges. f. N., 16 (1877), 74.

Die Formähnlichkeit ist unverkennbar. Wird im Harmotom statt der geringen Menge von Calcium oder Magnesium die äquivalente Menge Barium angerechnet und werden die Alkalien zusammengefaßt, so werden erhalten die Zahlen:

	Si	Al	Ba	Na	H
Oberstein. Fresenius	5·069 :	2 :	0·8184 :	0·4213 :	10·83
Andreasberg Lemberg ...	4·939 :	2 :	0·8804 :	0·2605 :	10·65

Zwei Analysen von Phillipsiten geben nach Zusammenfassung der Alkalien:

	Si	Al	Ca	Na	H
Simiouse Barbier	4·817 :	2 :	0·493 :	1·012 :	10·24
Annerod II Fresenius ...	4·583 :	2 :	0·6898 :	0·5362 :	10·44

Die Verhältnisse von Aluminium zu Barium samt den äquivalenten Mengen der Alkalien sind für Harmotom 2 Al : 1·029 Ba und 2 Al : 1·011. Für die beiden Phillipsitanalysen berechnen sich 2 Al : 0·999 Ca und 2 Al : 0·958 Ca.

Dieser Vertretung entsprechend werden später die kleinen Mengen von Barium äquivalent zu Calcium gezogen.

Die erwähnten Vertretungen der Leichtmetalle vorausgesetzt, wird der Kernverbindung die Zusammensetzung $Si_2Al_2CaO_8$ oder $Si_2Al_2Na_2O_8$ zugeschrieben. Im freien Zustande sind dieselben als Anorthit und als Nephelin bekannt. Ich habe viele Berechnungen angestellt, um zu ermitteln, ob in allen Zeolithen dieselbe Kernverbindung oder ob deren mehrere anzunehmen seien, wobei sich ergab, daß der ersteren Annahme die größere Wahrscheinlichkeit zukommt. Demnach wird in der Folge jeder Zeolithmischung die vorgenannte Kernverbindung zugrunde gelegt.

Ich möchte mich aber ausdrücklich dagegen verwahren, daß mir die Ansicht zugeschrieben werde, in den Zeolithen sei Anorthit und Nephelin enthalten oder diese beiden seien als isomorph zu betrachten. Ich bemerke dies nicht ohne Grund, weil bei früheren Diskussionen derlei mißverständliche Auffassungen hervorgetreten sind.

4. Die übrigen Verhältnisse.

Von allen Zeolithen sind es nur wenige, denen ein konstantes Verhältnis aller Elemente zukommt. In den übrigen erscheint die Menge von Silicium und Wasserstoff gegenüber dem Aluminium variabel.

So z. B. schwanken beim Analcim, für den gewöhnlich die Verhältnisse $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$ angenommen werden, die gefundenen Zahlen zwischen folgenden Grenzen:

	Si	Al	Na	H
Plauen, Zschau	4·65 :	2 :	1·86 :	4·98
und Eikaholmen, Brögger...	3·64 :	2 :	1·95 :	3·78

Wenn hier angenommen wird, daß normalerweise das Verhältnis Aluminium zu Natrium 2 : 2 sei, so ändern sich die übrigen Zahlen in der Art, daß Silicium und Wasserstoff gleichzeitig von dem ersten Endglied zum zweiten abnehmen.

Diese Tatsache hat Anlaß zu verschiedenen Mutmaßungen gegeben. Foote und Bradley,[1] die darauf aufmerksam machten, waren wohl auf dem richtigen Wege, als sie durch Annahme einer wechselnden Menge von freier Kieselsäure neben einer Kernverbindung eine Erklärung versuchten, die meiner eingangs erwähnten Ansicht entspricht. Für Desmin, dem gewöhnlich die Verhältnisse $Si_6Al_2CaH_{14}$ zugeschrieben werden, ergeben sich als weitest auseinanderstehende Verhältnisse:

	Si	Al	Ca	H
Gellivara, Bygdén	6·66 :	2 :	1·05 :	13·95
Berks Cty., Smith	5·33 :	2 :	1·00 :	12·88

Auch hier macht der Vergleich den Eindruck, als ob einer Kernverbindung verschiedene Mengen von Kieselsäure zugefügt wären. Für Phillipsit wurden die Extreme gefunden:

Simiouse, Barbier	4·82 :	2 :	1·00 :	10·24
Vallerano, Zambonini	3·03 :	2 :	1·07 :	8·69,

deren Vergleich ebenfalls zu einem derartigen Ergebnis führt.

[1] American Journ. of sc., 23 (1912), 433.

Um zu erkennen, worauf dieses Schwanken beruht, wird zuerst darauf Rücksicht zu nehmen sein, daß der Wassergehalt zum Teil der Kieselsäure oder Kieselsäuremischung, zum Teil dem Hydratwasser zukommt. Der letztere Teil ist in isomorphen Verbindungen als gleich anzunehmen, daher der Unterschied auf Rechnung der Kieselsäuren zu setzen ist. Als Beispiel können zwei Chabasite von vollkommen gleicher Krystallform dienen:

	Si	Al	Ca	H	
Wassons Bl. Steiger . . .	5·01	2	1·01	14·4	$Si_5Al_2CaH_{14}$
» » Zdarek . . .	4·85	2	0·99	14·0	
Table Mt. Hillebrand . .	4·07	2	0·97	12·75	$Si_4Al_2CaH_{12}$
Faröer, Bernert	4·00	2	1·06	11·89	

Der Unterschied SiH_2 rührt von der Zusammensetzung der Kieselsäuren her. Da für diese im ersten Chabasit Si_3H_6 anzunehmen ist, so bleiben für das Hydratwasser H_8 und die Gliederung beider wäre:

$$Si_3H_6 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_8$$
$$Si_2H_4 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_8,$$

wonach die Kieselsäuren $Si_3H_6O_9$ und $Si_2H_4O_6$ anzunehmen wären, die einander isomorph vertreten. Es ist aber, wie später bemerkt wird, wahrscheinlicher, daß die Kieselsäure $Si_3H_6O_9$ aus $Si_4H_8O_{12}$ und $Si_2H_4O_6$ zusammengesetzt ist, daher für die beiden Chabasite

$$\frac{1}{2}Si_4H_8 \cdot \frac{1}{2}Si_2H_4 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_8$$

und

$$Si_2H_4 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_8$$

zu schreiben wäre, also im ersteren eine Mischung zweier Kieselsäuren, im zweiten eine einfache anzunehmen wäre.

Aus der Phillipsitreihe können die Beispiele entnommen werden:

Ph. Limburg, Fresenius .	4·78 : 2 : 0·95 : 11·28	$Si_5Al_2CaH_{11}$
Harmotom An. Lemberg	4·94 : 2 : 1·01 : 10·65	
Ph. Nidda, Fresenius ..	3·78 : 2 : 1·01 : 8·94	$Si_4Al_2CaH_9$
» Eulenb. Zdarek	3·95 : 2 : 0·93 : 8·95	

Der Harmotom ist der Form nach dem Phillipsit sehr ähnlich, Ca wird hier durch Ba vertreten. Für Hydratwasser bleibt in beiden Fällen H_6. Es ergibt sich die Gliederung

$$Si_3H_5 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$
$$Si_2H_3 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

Die erstlich berechnete Kieselsäure liegt zwischen Si_4H_8 und Si_2H_2, die zweite zwischen Si_2H_4 und Si_2H_2. Demnach wären die beiden Mischungen:

$$\frac{1}{2}Si_4H_8 \cdot \frac{1}{2}Si_2H_2 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

$$\frac{1}{2}Si_2H_4 \cdot \frac{1}{2}Si_2H_2 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

Zwei Heulandite lieferten die Verhältnisse:

Teigarhorn, Baschieri	6·55 : 2 : 1·18 : 11·69
Berufiord, Lemberg	5·52 : 2 : 1·00 : 10·48,

die sehr nahe folgender Gliederung entsprechen:

$$Si_{4\cdot5}H_{5\cdot5} \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$
$$Si_{3\cdot5}H_{4\cdot5} \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

Die Rechnung führt dazu, die Gegenwart von drei verschiedenen Kieselsäuren anzunehmen:

$$\frac{1}{4}Si_6H_6 \cdot \frac{1}{4}Si_4H_8 \cdot \frac{1}{2}Si_4H_4 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

$$\frac{1}{8}Si_4H_8 \cdot \frac{5}{8}Si_4H_4 \cdot \frac{2}{8}Si_2H_4 \,.\, Si_2Al_2Ca \,.\, H_6$$

Die Zahl der anzunehmenden Kieselsäuren ist auf drei beschränkt. Da die Analyse bloß drei Zahlen,

nämlich jene für Si, Al, H liefert, jene für Ca und Na schon in der für Al enthalten ist, so lassen sich aus den Verhältnissen der Analyse immer nur höchstens drei Werte als Koeffizienten der Kieselsäuren berechnen.

5. Die Gliederung der Zeolithverbindungen.

In jeder dieser Verbindungen wären nach der vorigen Ableitung vorläufig zwei bis drei Glieder anzunehmen. Der Natrolith bestünde bloß aus dem Kern und einer Kieselsäure, die meisten übrigen Zeolithe außerdem aus Hydratwasser, das einer weiteren Gliederung harrt. Jedes Glied erscheint in sich abgeschlossen, doch muß eine Bindung der Glieder vorhanden sein, die nach der früheren Auffassung, welche nur Hauptvalenzen kennt, sich oft nicht erklären läßt.

A. Werner hat durch seine Theorie der komplexen Verbindungen eine Idee zur Geltung gebracht, die, wie ich glaube, auch zur Deutung und chemischen Klassifikation der mannigfaltigen Silikate führen wird. Viele Silikate sind nicht einfache Verbindungen, sie bestehen vielmehr aus Gruppen, die so zusammengefügt sind, daß die Bindung häufig durch Nebenvalenzen stattfindet. Durch Vergleichung solcher Verbindungen höherer Ordnung werden sich mehrere Typen ergeben, deren jeder ein bestimmtes Gesetz des Aufbaues erkennen läßt.

Die verschiedene Art der Bindung der Elemente in den Zeolithen kann durch einige Beispiele angedeutet werden, deren Erläuterung später erfolgt.

Natrolith	$Si\,H_4O_4$	. $Si_2Al_2Na_2O_8$
Analcim	$Si_2H_4O_6$	. $Si_2Al_2Na_2O_8$
Skolezit	$Si\,H_4O_4$	. $Si_2Al_2CaO_8\,OH_2$
Desmin	$Si_4H_8O_{12}$	. $Si_2Al_2CaO_8\,OH_2 + 2\,Aq$
Chabasit	$Si_2H_4O_6$	. $Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 + 2\,Aq$
Gismondin	H_2O	. $Si_2Al_2CaO_8O_2H_4 + Aq$

Eine Regel für die Art der Bindung dieser Gruppen läßt sich wohl noch nicht angeben, bevor wenigstens für die wichtigsten Silikate eine gesetzmäßige Art der Gruppierung erkannt ist.

Zuweilen stellt sich eine andere Art der Gruppierung heraus, wenn der Versuch gemacht wird, die Verteilung der Elemente in dem Krystallgitter anschaulich zu machen. Hier gilt es nicht in erster Linie, die durch Haupt- und Nebenvalenzen hervorgerufenen Bindungen, sondern eine räumliche Verteilung der Atome darzustellen, die oft eine andere Formelsumme als die bisher übliche beansprucht, wobei zu berücksichtigen ist, daß eine Molekulargröße im früheren Sinne nicht in Betracht kommt.

Jene Silikate, die ein heterogenes Element oder eine solche Gruppe in der Verbindung enthalten, eignen sich vor allen zur Erkennung des Atomgefüges, z. B. die tesseralen Minerale der Sodalithreihe,[1] die der Formel $X.3\,SiAlNaO_4$ entsprechen, wo unter X die Salze $NaCl$, Na_2SO_4 und $CaSO_4$ zu verstehen sind. Ich darf hier wohl an meinen Versuch, eine Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Krystallform zu finden,[2] erinnern. Dort wurde auf die wiederholte Wahrnehmung hingewiesen, daß holotesserale und trigonale Verbindungen oft dem Typus $P:3\,\underset{\sim}{Q}$ folgen. In der Sodalithreihe wären drei Gruppen $SiAlNaO_4$ mit einer Mol. Salz zu einem Verbande vereinigt, der in dem Krystallgitter acht verschiedene Stellungen einnimmt.

Auf den gleichen Typ läßt sich der als normal betrachtete Analcim beziehen, dem sowohl eine monokline als eine tesserale Form zukommt. Statt der üblichen $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$ würde die Formel $SiH_2O_3.SiAlNaO_4$, im zweiten die Anordnung $Si_3H_6O_9.3\,SiAlNaO_4$ die Beziehung der Form und der Zusammensetzung andeuten. Auch für Chabasit, Gmelinit läßt sich einerseits die Bildung monokliner Teilkrystalle, andrerseits die Neigung zur trigonalen Sammelform durch die Formeln zur Anschauung bringen. Ob nun die eine oder die andere Art der Darstellung gewählt wird, bleibt die angenommene Gliederung in Kern, Kieselsäure und Hydratwasser bestehen.

Die Bindung der Kieselsäure an den Kern ist eine innige, auch wenn der letztere schon Wasserstoff enthält wie im

[1] Vgl. Silvia Hillebrand, Chem. Konstit. d. Sodalith- u. Nephelingruppe. Diese Sitzungsber., 119, Abt. I (1910), 775.

[2] Tschermak's Min. u. petr. Mitt., her. v. Becke, 22 (1903), 393.

Chabasit. Im übrigen ist eine schwächere Bindung anzunehmen, die auch noch abgestuft sein kann.

Die Komponenten der Zeolithverbindung üben einen verschiedenen Einfluß auf das Gesamtverhalten derselben. Jede Komponente dürfte sich ähnlich verhalten wie im freien Zustande, ihre Wirkung wird jedoch durch den Grad der Bindung verändert erscheinen. Es ist demnach für die richtige Beurteilung des Gesamtverhaltens erforderlich, die Eigenschaften der einzelnen Komponenten zu kennen.

6. Die Kieselsäuren.

Wenn Silikate des Typus SiM_2O_4 durch Salzsäure zersetzt werden, so scheiden sie ein Gel ab, das bei Anwendung verdünnter Säure in scheinbarer Lösung bleibt, allmählich koaguliert und später fest wird. Anfangs enthält es noch viel Wasser. Beim Trocknen des Präparats bei gewöhnlicher Temperatur ist die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wassers eine große. Dieselbe nimmt allmählich ab und zeigt einen plötzlichen Abfall — den Knickpunkt der Verdampfungskurve — in dem Augenblick, da die Zusammensetzung dem Verhältnis SiH_4O_4 entspricht.[1] Im Laufe der weiteren Emanation des Wassers wird noch eine zweite weniger deutliche Hemmung der Geschwindigkeit bemerkt, wenn das Präparat die Zusammensetzung SiH_2O_3 besitzt.

J. M. van Bemmelen hat diese beiden Knickpunkte schon früher durch Tensionsbestimmungen an der aus Wasserglas erhaltenen Kieselsäure erkannt, jedoch wegen Unreinheit des Präparats die zugehörige Zusammensetzung nicht genau zu bestimmen vermocht.[2]

Ist das ursprüngliche Silikat vom Typus $SiMO_3$, so zeigt das daraus erhaltene Gel ähnliche Eigenschaften wie das vorher genannte, jedoch ist schon bei der Abscheidung in

---

[1] Die scheinbare Ausnahme bei dem Silikat $SiMg_2O_4$ hat sich dahin aufgeklärt, daß auch hier das normale Verhalten eintritt, wenn nicht konzentrierte, sondern verdünnte Säure angewandt wird. Diese Sitzungsber., 125, Abt. I (1916), 3.

[2] Die Absorption. Her. v. Dr. Wo. Ostwald, 1910, p. 212 u. ff.

der Form von Flocken die Verschiedenheit zu erkennen. In Säuren ist es merklich löslich. Beim Trocknen ereignet sich iene Hemmung bei der Zusammensetzung SiH_2O_3.

Kommt dem ursprünglichen Silikat eine höhere Zusammensetzung zu, wie Si_2CaMgO_6, so entsteht ein Gel mit dem vorigen Verhältnis, für das jedoch die höhere Zusammensetzung $Si_2H_4O_6$ anzunehmen ist.

Ich habe die Analogie des Verhaltens der Kieselgele mit jenem der krystallisierten Hydrate hervorgehoben[1] und davon ausgehend für diese Hydrogele eine Zusammensetzung abgeleitet, die einer bestimmten Kieselsäure entspricht. Auf Grund vieler von mir und meinen Mitarbeitern ausgeführten Versuche habe ich die Ansicht ausgesprochen,[2] daß aus jedem Silikat bei der Zersetzung mit Salzsäure jene Kieselsäure abgeschieden wird, von der das Silikat sich theoretisch ableitet.[3]

Bezüglich der Auffassung der chemischen Natur der genannten Gele sind die Meinungen verschieden. Ich habe dieselben anfänglich als freie Säuren betrachtet und die eine als Orthokieselsäure SiH_4O_4, die andere als Metakieselsäure SiH_2O_3 aufgefaßt, solche, die sich in fester Form abscheiden, als Polykieselsäuren, wie $Si_2H_4O_6$, $Si_4H_8O_{12}$ usw.

Nach einer anderen Auffassung sind dieselben keine Säuren, sondern Hydrate und wären demzufolge $SiO_2 . 2\,H_2O$, $SiO_2 . H_2O$, $Si_2O_4 . 2\,H_2O$ usw. zu schreiben. Im vorigen wie in diesem Falle wäre das Wasser chemisch gebunden. Die dritte Meinung geht dahin, eine chemische Bindung zu leugnen und diese Gele als Absorptionsverbindungen hinzustellen. Die bestimmten Verhältnisse von Siliciumdioxyd und Wasser wären mehr zufällige und nur durch eine hypothetische Struktur

[1] Diese Sitzungsber., 121, Abt. IIb (1912), 743; Monatshefte f. Chemie, 38, Heft IX, 1087.

[2] Künstlich dargestellte Kieselsäuren. Handbuch der Mineralchemie, h. v. Dölter, Bd. II, Heft 2, p. 223.

[3] Die von O. Mügge, Löwenstein und M. Theile dagegen erhobenen Einwürfe wurden von mir als nicht berechtigt erkannt. Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 67 (1914), 300; diese Sitzungsber., 121, Abt. IIb (1912), 779.

bedingt.[1] Nach dieser Vorstellung würde man die Zusammensetzung durch $SiO_2 + n\,H_2O$ ausdrücken. Es ist hier nicht der Ort zur Entscheidung, welche Auffassung den Vorzug verdiene. Ich werde aus Gründen der Einfachheit die erste Schreibweise beibehalten und die genannten Gele als freie Säuren bezeichnen.

Das Verhalten der Kieselsäuren ist verschieden. Eine deutliche Krystallform ist bisher noch nicht beobachtet worden. Himmelbauer's Zusammenstellung der bezüglichen Angaben[2] läßt erkennen, daß noch keine sicheren Beobachtungen vorliegen.

Das Gel von der Zusammensetzung SiH_4O_4 beim Knickpunkte zeigt mannigfache Absorptionserscheinungen. Mit Methylenblau zusammengebracht, nimmt es eine schwarzblaue Färbung an, absorbiert also eine große Menge von dem Färbemittel. Nach van Bemmelen absorbiert es Luft, Wasser, Alkohol, Jod, Kohlenwasserstoffe etc.[3] Nach meinen Beobachtungen auch Ammoniak, Schwefelwasserstoff und andere Dämpfe. Beim Trocknen erfährt es nach den Beobachtungen van Bemmelen's einen Abfall der Tension, wenn es annähernd die Zusammensetzung SiH_2O_3 zeigt.

Das Gel, welches beim Knickpunkte die Zusammensetzung SiH_2O_3 besitzt (Metakieselsäure), bildet eine durchscheinende Masse, die Absorptionserscheinungen von geringerer Stärke zeigt als das Gel SiH_4O_4. Es wird durch Methylenblau tief berlinerblau gefärbt.

Die Gele, welche nicht die Beschaffenheit der beiden vorigen zeigen, bilden nach der Zersetzung der Zeolithe durch Säuren ein Pulver von der Form des ursprünglichen Silikats. Sie werden aber auch in der Gestalt von durchsichtigen Blättchen erhalten, wenn Dünnschliffe oder Spaltblättchen des Zeoliths in Salzsäure gelegt werden. Dann läßt sich das

---

[1] R. Zsigmondy, Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 71 (1911), 356.

[2] Allgemeines über Kieselsäuren. Handbuch der Mineralchemie von Dölter, Bd. 2 (1913), 201.

[3] Die Absorption, h. v. Dr. Wo. Ostwald, 1910, p. 265 u. ff.; M. Theile, Mitt. d. Min.-petrogr. Instituts Leipzig, 1913, Nr. 62.

Fortschreiten der Umwandlung des Silikats in ein Gel gut beobachten.[1] Das gereinigte Endprodukt stellt, wenn es nicht zerfallen ist, ein festes durchsichtiges Gel dar, das eine schwache Doppelbrechung zeigt.

Rinne hat solche Präparate untersucht[2] und an den aus Desmin und Heulandit erzeugten eine optische Orientierung beobachtet, welche den Zusammenhang derselben mit dem ursprünglichen Umriß deutlich erkennen läßt.

Die Schrumpfung, die hier eintritt, läßt sich einigermaßen abschätzen, wenn man das ursprüngliche Volum des Zeoliths und des daraus entstehenden Gels beim Knickpunkte des letzteren vergleicht.

Ist D die Dichte des Zeoliths, also das Volum von 100 Gewichtseinheiten desselben $V_1 = 100/D$, ferner S dessen SiO_2-Gehalt in Prozenten und s der prozentische SiO_2-Gehalt des Gels beim Knickpunkte, so ist die Menge des aus 100 Gewichtsteilen des Zeoliths entstandenen Gels $100\,S/s$. Wenn endlich ∂ die Dichte des Gels beim Knickpunkte, so ist das Volum desselben $V_2 = 100\,S/\partial s$.

Für einige Zeolithe, deren Analysen eingangs mitgeteilt wurden, stellt sich die Rechnung wie folgt:

	D	S	s	∂	V_1	V_2	$V_1 - V_2$
Chabasit	2·093	46·78	77·0	1·80	47·8	33·8	14
»	2·121	48·16	77·0	1·80	47·2	34·8	12·4
Acadial.	2·081	50·62	77·0	1·80	48·1	36·5	11·6
Phillipsit	2·186	48·86	77·0	1·80	45·8	35·3	10·5
Heulandit	2·104	58·03	79·0	1·85	47·5	39·7	7·8
Analcim	2·270	53·83	77·0	1·80	44·0	38·8	5·2
»	2·261	55·94	77·0	1·80	44·2	40·4	3·8
Natrolith	2·254	47·40	62·6	1·576	44·4	48·0	−3·6
Skolezit	2·289	46·04	62·6	1·576	43·7	46·7	−3·0

Beim Chabasit stellt sich bei der Zersetzung eine sehr starke Schrumpfung ein, daher es erklärlich wird, daß das Präparat schon an den Rändern einreißt und sich zerteilt.

---

[1] Diese Sitzungsber., 112, Abt. I (1903), 355.

[2] Zentralbl. f. Min., 1902, p. 594.

Beim Heulandit ist die Schrumpfung nur halb so groß. Die Ränder halten zusammen. Weil infolge des Zwillingsbaues die einander berührenden Teile sich ungleich zusammenziehen, so kann eine orientierte Spannung entstehen. Beim Analcim ist die Schrumpfung gering, doch bekommt das Präparat feine Risse. Aus Natrolith und Skolezit entsteht bei der Zersetzung ein Gel, dessen Volum größer ist als das ursprüngliche. Daraus folgt eine Quellung, die beim Einlegen einer Natrolithnadel in Säure beobachtet werden kann.

Die aus Blättchen von Heulandit, Desmin erhaltenen Kieselgele sind Krystallen ähnlich, da sie, von der Schrumpfung abgesehen, die ursprüngliche Krystallform und eine bestimmte optische Orientierung darbieten. Sie sind aber ebensowenig Krystalle wie der Schillerspat, Villarsit oder wie die gebleichten Biotite oder die aus Biotit, Chlorit nach Behandlung mit Säure gewonnenen Kieselgele, die alle eine bestimmte optische Orientierung zeigen, denn es fehlt ihnen etwas Wesentliches: die Ursprünglichkeit der inneren Struktur und deren ursprünglicher Zusammenhang mit der äußeren Form. Sie sind Pseudomorphosen mit mehr oder weniger gleichartiger Anordnung der Teilchen.

Wiener und Ambronn[1] haben darauf hingewiesen, daß sowohl durch den Wechsel von Schichten als durch die gleichförmige Anordnung von Teilchen verschiedener Brechbarkeit eine Doppelbrechung und im letzteren Falle eine bestimmte optische Orientierung hervorgerufen werden kann. In dem festen Gel, das aus Desmin, Heulandit u. a. entsteht, sind, wie später gezeigt wird, oft zweierlei Kieselsäuren in regelmäßiger Verteilung anzunehmen, wonach abgesehen von einer Spannung die optische Orientierung in solchen Gelen erklärlich wird.

Den pulverigen Kieselgelen kommt eine Absorptionsfähigkeit jedoch in geringerem Grade zu als den vorigen. Durch Methylenblau werden sie berlinerblau, hellblau bis blaßblau gefärbt.

[1] Zeitschr. f. Kryst. v. Groth, 52 (1913), 48; Kolloid-Zeitschr., 18, Heft 3, p. 90.

Alle bisher besprochenen Kieselgele zeigen nach starker Entwässerung die Absorptionserscheinungen in viel höherem Grade als zuvor, am meisten jenes Gel, das beim Knickpunkte die Zusammensetzung SiH_4O_4 besitzt.[1] Gase, Dämpfe, Wasser, Lösungen, verschiedene Flüssigkeiten und Färbemittel werden in großer Menge verschluckt.

Die getrockneten Gele der letzteren Art zerspringen bei der Befeuchtung mit Wasser mehr oder weniger heftig und es entwickeln sich aus den entstehenden Klüften zahlreiche Gasblasen.[2]

Nach Entwässerung bis zu einem geringen Wassergehalt wird beim Befeuchten eine beträchtliche Wärmemenge frei, die 3·8 bis 5·69 Kalorien beträgt.[3]

Die Kieselgele sind in einer beständigen Umwandlung begriffen. Durch längeres Liegen unter Wasser ebenso an der Luft werden ihre Eigenschaften verändert. Wird ein solches Gel bei gewöhnlicher Temperatur teilweise entwässert und wiederum feuchter Luft ausgesetzt, so zeigt sich seine Tension im allgemeinen vergrößert.

Van Bemmelen beobachtete[4] an dem aus Wasserglas erhaltenen Gel, das wiedergewässert worden, eine Tension, die bis nahe der Zusammensetzung SiH_2O_3 der ursprünglichen glich, bei weiterer Wasseraufnahme jedoch ebenso wie die Geschwindigkeit der Emanation vergrößert erschien. Durch die Wiederwässerung zerspringt, wie schon gesagt wurde, das Gel und es ist anzunehmen, daß die Zerklüftung bis zur Grenze stattfindet, wodurch die Aufnahmsfähigkeit für Wasser sich erhöht.

Durch das Trocknen ist eine neue Struktur, eine neue Modifikation des Gels entstanden und es wäre nicht richtig,

---

[1] Bachmann, Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 79 (1912), 202; Zsigmondy, Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 71 (1911), 356.

[2] Van Bemmelen, Die Absorption, p. 327; Tschermak, diese Sitzungsber., 121, Abt. IIb (1912), 799.

[3] Van Bemmelen, Die Absorption, p. 408. Hier wird auch zitiert Gore, Phil. Mag., 37 (1894), 306; Tschermak, Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 63 (1909), 260.

[4] L. c.

den Verlauf so darzustellen, als ob die späteren Erscheinungen sich noch auf das ursprüngliche Gel bezögen.

7. Der Kern.

Früher wurde schon bemerkt, daß aus der Zusammensetzung jener Zeolithe, die am wenigsten freie Kieselsäure aufweisen, als Komponenten ein

Calciumsilikat . . . . . . $Si_2Al_2CaO_8$

und ein

Natriumsilikat . . . . . . $Si_2Al_2Na_2O_8$

abgeleitet werden können. Das erste gleicht bezüglich der empirischen Formel dem Anorthit, das zweite dem Hauptbestandteil des Nephelins. Jedes der beiden Silikate kann aber in drei isomeren Modifikationen auftreten.

Erstens als Orthosilikat mit den Strukturen:[1]

$$Ca-Si\begin{matrix}-Al=\\=Al-\end{matrix}Si- \qquad Na-Si\begin{matrix}-Al=\\=Al-\end{matrix}Si-Na,$$

in welchem Falle bei der Zersetzung durch Säuren bei gewöhnlicher Temperatur Orthokieselsäure SiH_4O_4 abgeschieden würde.

Zweitens können diese Verbindungen Metasilikate darstellen, welchen die Strukturen

$$\overline{Si}=Al-Ca-Al=\overline{Si} \quad \text{und} \quad \begin{matrix} & Na & \\ & | & \\ \overline{Si}\langle & \begin{matrix}Al\\Al\end{matrix} & \rangle\overline{Si} \\ & | & \\ & Na & \end{matrix}$$

zukämen und die bei der Zersetzung unter den vorgenannten Umständen Metakieselsäure SiH_2O_3 liefern würden.

Endlich können dieselben bei gleicher empirischer Zusammensetzung sich von der Kieselsäure $H_2=Si=Si=H_2$ ableiten, wonach ihnen die Strukturen:

$$Ca-Al=Si=Si=Al- \quad \text{und} \quad Na-Al=Si=Si=Al-Na$$

---

[1] Das Sauerstoffatom —O— wird hier durch einen Strich — ausgedrückt.

zuzuschreiben wären und bei der Zersetzung die daraus entstehende Kieselsäure in fester Form zurückbleiben würde mit der Zusammensetzung $Si_2H_4O_6$.

Bei dem Versuch einer Gliederung der wasserreichen Zeolithe gelangt man bisweilen dazu, der Kernverbindung einen Wassergehalt zuzuschreiben, entweder 1 Mol oder 2 Mol Wasser. Diese können dem Kern durch Nebenvalenzen zugefügt sein, doch steht es frei, diese Bindung durch Hauptvalenzen zu erklären. Bei Annahme einer Anlagerung von H_2O oder $2\,H_2O$ wären die Strukturen für den Kern als Orthosilikat

$$
Ca{=}Si\begin{array}{c} -Al= \\ -\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{Al}}- \end{array}Si{-}H
\qquad\qquad
Ca{=}Si\begin{array}{c} -\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{Al}}- \\ -\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{Al}}- \end{array}Si{=}H_2
$$

und in dem Falle, als im Kern ein Disilikat vorläge:

$$
Ca{=}Si{=}Si\begin{array}{l} -\overline{Al} \\ -Al{=}H_2 \end{array}
\qquad\qquad
Ca{=}Si{=}Si\begin{array}{l} -Al{=}H_2 \\ -Al{=}H_2 \end{array}
$$

und entsprechend für die Natrium-Aluminiumsilikate, wenn Ca durch Na_2 ersetzt gedacht wird.

Bei der letzteren Betrachtungsweise muß aber für die wasserhaltige Kernverbindung ein ganz anderer Bau angenommen werden als für die wasserfreie, wozu in dem gesamten Verhalten der hierhergehörigen Zeolithe kein Grund vorliegt. Es ist daher eine Anlagerung von Wasser durch Nebenvalenzen als wahrscheinlicher zu betrachten.

8. Das Hydratwasser.

Viele Versuche mit Salzhydraten und einfachen Hydraten haben gezeigt, daß die Geschwindigkeit der Wasserabgabe bei gewöhnlicher Temperatur innerhalb derselben Hydratationsstufe konstant bleibt, obwohl zu Anfang und zu Ende sich öfter Abweichungen von der Konstanz der Geschwindigkeit und der Tension bemerklich machen. Beim Übergang von

einer Stufe zur nächst niederen tritt in der Mehrzahl der Fälle ein plötzlicher Abfall ein und nach Erreichung der nächsten Stufe herrscht wiederum jene Konstanz.[1] Auch bei Anwendung höherer Temperaturen zeigen sich die gleichen Erscheinungen. F. Rinne hat dies für Bariumchlorid und Kupfervitriol nachgewiesen.[2]

In einem Falle, beim Kalihydrat $KHO . 2 H_2O$, wurde jedoch von H. Bolte[3] bei gewöhnlicher Temperatur nach Entweichen der ersten Mol. Wasser eine Zwischenstufe der Tension beobachtet, wodurch dieser Abfall gemildert erschien. Wohl mit Recht wurde hier eine molekulare Umlagerung als Ursache betrachtet. Weiterhin wurde auch das Verhalten einiger Kohlenstoffverbindungen wie das Ceroxalat $Ce_2(C_2O_4)_3 . 10 H_2O$ bekannt, die bei der Wasserabgabe keine Abstufung des Wassergehaltes erkennen lassen, obwohl die Tension und die Emanationsgeschwindigkeit nach Erreichung des niedrigeren Wassergehaltes viel geringer sind als vorher.[4] Bei der Entwässerung solcher Salzhydrate dürften, wie Tammann bemerkte, die Hydratationszustände ineinander übergreifen.

Wenn demnach bei wasserreichen Verbindungen, wie es viele Zeolithe sind, eine Abstufung des Wassergehaltes nicht durch einen jähen Abfall der Tension und der Emanationsgeschwindigkeit erkennbar ist, so wäre es nicht gerechtfertigt, zu glauben, daß darin kein Hydratwasser enthalten sei.

9. Zeolithe und Kieselgele.

Eine Eigenschaft, welche den bisher bekannten Zeolithen mit Ausnahme des Laumontits zukommt, ist diese, trotz eines beträchtlichen Wasserverlustes klar und durchsichtig zu bleiben.[5] Diese Eigenschaft bieten aber auch die Kieselgele dar, sowohl

---

1 Diese Sitzungsber., 121, Abt. IIb (1912), 743.

2 Jahrb. f. Min., 1899, I, 1.

3 Zeitschr. f. phys. Chemie, 80 (1912), 338.

4 E. Löwenstein, Zeitschr. f. anorgan. Chemie, 63 (1909), 69; G. Tschermak, diese Sitzungsber., 121, Abt. IIb (1912), 779; G. Tammann, Wiedemann's Ann. d. Phys., 63 (1897), 16.

5 G. Tammann, Zeitschr. d. phys. Chemie, 27 (1898), 323.

jenes, das aus Orthosilikaten gewonnen wird,[1] als jenes wasserärmere, das in der Form durchsichtiger Blättchen aus Desmin, Heulandit u. a. nach Entfernung der Metalloxyde erhalten werden kann.[2] Das optische Verhalten dieses und mancher Zeolithe ist ein ähnliches und die abnormen Erscheinungen der letzteren zeigen deutliche Beziehungen auf die Kieselgele. An mehreren entwässerten Zeolithen wurde die Beobachtung gemacht, daß sie beim Befeuchten mit Wasser zerspringen, dabei sich erwärmen und aus den Klüften viele Gasblasen entwickeln.[3]

Ein gleiches Verhalten wurde vorher bezüglich der entwässerten Gele beschrieben. Auch die Erscheinung, daß die ziemlich stark entwässerten Zeolithe aus feuchter Luft wiederum Wasser aufnehmen bis zur Wiedererlangung des ursprünglichen Wassergehaltes und auch darüber hinaus,[4] ist diesen und den Kieselgelen gemein. Auf die Ähnlichkeit des Verhaltens der Zeolithe und der Gele wurde schon von verschiedenen Autoren, wie van Bemmelen,[5] Tammann,[6] Zambonini[7] hingewiesen.

Durch viele und mannigfaltige Versuche wurde die große Absorptionsfähigkeit der ziemlich stark entwässerten Zeolithe dargetan. Die Aufnahme von verschiedenen Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten, wie Ammoniak, Luft, Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure,[8] Brom, Alkohol, Äther,[9] Schwefelkohlenstoff, Benzol, Chloroform,[10] aber auch von Farbstoffen, Jod, Quecksilber, Schwefel, Zinnober, Kalomel[11] wurde beobachtet. Zuweilen wurde die Änderung der Lichtbrechung und der optischen Orientierung, auch das Eintreten von

---

1 Van Bemmelen, Die Absorption, p. 230.

2 F. Rinne, Zentralblatt f. Mineralogie, 1902, p. 594.

3 G. Friedel, Bull. soc. min., 19 (1896), 94.

4 G. Friedel, l. c.

5 L. c.

6 Wiedemann's Ann. d. Physik, 63 (1897), 16.

7 Zeitschr. f. Krystallographie etc., 49 (1911), 101.

8 G. Friedel, Bull. soc. min., 21 (1898), 5.

9 P. Gaubert, ebenda, 26 (1903), 178.

10 F. Rinne, Jahrb. f. Min., 1897, II, 28.

11 F. Grandjean, Bull. soc. min., 33 (1910), 5.

Pleochroismus erkannt, wodurch gezeigt ist, daß die absorbierten Stoffe in das Krystallgitter, wenn dieses nicht ganz zerstört ist, aufgenommen wurden.

Bezüglich der Absorptionserscheinungen zeigt sich wiederum eine große Ähnlichkeit mit dem Verhalten der Kieselgele, jedoch mit dem Unterschiede, daß letztere, wie vorhin bemerkt wurde, schon im frischen, nicht entwässerten Zustande fähig sind, vielerlei Stoffe zu absorbieren, während frische Zeolithe geringe oder gar keine Absorptionsfähigkeit wahrnehmen lassen.

Schon bei der Entwässerung ist ein derartiger Unterschied bemerklich, da die Zeolithe mit Ausnahme des Laumontits bei gewöhnlicher Temperatur nur eine sehr geringe Tension zeigen und an trockener Luft nur wenig Wasser abgeben, während Kieselgele von der Zusammensetzung SiH_4O_4 eine Tension von ungefähr 8 *mm* besitzen und in trockener Luft bei gewöhnlicher Temperatur bis nahe 30 % Wasser verlieren, ferner Kieselsäuren von der Zusammensetzung $Si_2H_4O_6$ bei gewöhnlicher Zimmertemperatur bis zu 7 % Wasser ausgeben können.[1]

Dieser Unterschied würde sich wohl dadurch erklären lassen, daß die in den Zeolithen enthaltene Kieselsäure sich nicht im freien Zustande befindet, sondern mit dem Kern eine chemische Verbindung bildet, daher sich nicht so benimmt wie im freien Zustande, insbesondere seine der gewöhnlichen Temperatur entsprechende Tension ganz oder zum größten Teile einbüßt. Erst wenn die Temperatur erheblich steigt, lockert sich jene Bindung und die Komponenten beginnen die ihnen im freien Zustande zukommenden Eigenschaften zu zeigen.

10. Zeolithe und Hydrate.

Bisher wurde der gesamte Wassergehalt der Zeolithe von der Mehrzahl der Beobachter als Hydratwasser angesehen und eine Gliederung derselben geleugnet, weil bei steigender Erwärmung, wie es schien, eine kontinuierliche Wasserabgabe

[1] Tschermak, diese Sitzungsber., 114 (1905), Abt. I, p. 455, und 115, Abt. I (1906), 217.

und kein Stillstand, kein Siedepunkt eintrat. Nach der von mir entwickelten Ansicht von der Zusammensetzung der Zeolithe ist dies erklärlich, weil das Hydratwasser und das von der Kieselsäure abgegebene Wasser gleichzeitig entweichen und jeder dieser beiden Anteile seinen eigenen Gesetzen gehorcht, so daß, wenn auch eine Gliederung des Hydratwassers bestünde, dieselbe undeutlich oder gar nicht hervortreten würde.

Die beiden Anteile können, wenn der Zeolith erwärmt wird, sich gegenseitig aushelfen, so daß immer ein schwebendes Gleichgewicht eintritt und keine Trübung entsteht, wenn die gleichzeitige Schrumpfung eine Bildung von größeren Hohlräumen verhindert. Bei der Erhitzung auf hohe Temperaturen wird in jenen Zeolithen, deren Kern wasserstoffhaltig ist, durch Zersetzung derselben noch ein dritter Anteil des im ganzen entweichenden Wassers gebildet.

Die Salzhydrate geben gewöhnlich schon bei 100° den ganzen Wassergehalt oder einen großen Teil desselben ab, daher dieselben durch einen erheblichen Wasserverlust bei 100° gekennzeichnet sind. Im nachstehenden sind einige Beobachtungen angeführt, welche andeuten, in welchen Zeolithen Krystallwasser anzunehmen sei. Zuerst sind die bei Rotglut, dann jene bei 100° oder auch etwas höheren Temperaturen entweichenden Wassermengen in Prozenten des Mineralgewichtes angegeben.

Natrolith	9·81	0·14	bei	100°	Hersch
Analcim	8·29	0·20	»	150°	»
Skolezit...........	13·86	0·00	»	100°	»
Thomsonit	14·98	1·61	»	100°	»
»	13·13	1·01	»	100°	Steiger
Edingtonit	13·12	3·82	»	100°	Lindström
Harmotom	15·29	2·74	»	100°	Hersch
	14·98	3·10	»	100°	Bruckmoser
Heulandit	16·82	3·33	»	110°	Jannasch
»	16·34	2·64	»	100°	Hersch
»	14·65	1·80	»	100°	Damour

Desmin	18·63	3·84 bis 100°	Hersch
Gmelinit	20·43	4·90 » 110°	Zdarek
Chabasit	22·47	5·77 » 102°	Hersch
	21·85	5·22 » 100°	Hillebrand
	21·82	6·00 » 110°	Zdarek
	22·4	2·75 » 100°	Damour

Nach dem Verhalten bei der Zersetzung durch Säuren zu urteilen, wäre im Natrolith $Si_3Al_2Na_2H_4O_{12}$ neben der Verbindung $Si_2Al_2Na_2O_8$ eine Mol. $Si_2O_4H_4$ anzunehmen, den Skolezit $Si_3Al_2CaH_6O_{13}$ ebenfalls SiO_4H_4, aber auch H_2O.

Da nun die beiden erst bei hohen Temperaturen Wasser abgeben, so wäre in beiden kein Krystallwasser anzunehmen und die im Skolezit enthaltene Mol. Wasser könnte nur in der Kernverbindung enthalten sein, wonach für diese Zeolithe sich die Gliederung

$$H_4O_4Si . Si_2Al_2Na_2O_8 \quad \text{und} \quad H_4O_4Si . Si_2Al_2CaO_8OH_2$$

ergibt.

Im Edingtonit, der beiläufig der Verbindung $Si_3Al_2BaH_8O_{14}$ entspricht, die also um 1 Mol. Wasser mehr enthält als der Skolezit, ist nach dem Verhalten gegen Säuren ebenfalls die Gruppe SiO_4H_4 anzunehmen, überdies 1 Mol. Krystallwasser, da der Edingtonit bei 100° ungefähr ein Viertel seines Wassergehaltes verliert. Somit wäre auch hier eine Mol. Wasser dem Kern zugehörig und die Gliederung:

$$H_4O_4Si . Si_2Al_2BaO_8OH_2 . Aq.$$

Diese Beispiele zeigen an, daß der früher als Hydratwasser bezeichnete Wassergehalt aus zwei Teilen bestehen kann, aus dem im Kern enthaltenen Wasser und aus Krystallwasser, wonach in den wasserreichen Zeolithen das Wasser in drei verschiedenen Bindungen enthalten ist.

Die Angaben über den Wasserverlust bei 100° stimmen miteinander oft nicht überein,[1] weil die Bestimmungen unter

---

[1] Daß die Bestimmungen Damour's von jenen aller übrigen Beobachter abweichen, hat schon J. Bruckmoser bemerkt. Diese Sitzungsber., 116, Abt. I (1907), 1653.

ungleichen Umständen und an ungleichem Material ausgeführt wurden. In der ersten Beziehung bemerkt G. Friedel ganz richtig,[1] daß bei den Versuchen der Bestimmung des Wasserverlustes bei verschiedenen Temperaturen auch der Dampfdruck der umgebenden Luft bestimmt sein müßte. Was das Material betrifft, ist zu bemerken, daß die Zeolithe gleichen Namens oft erheblich verschieden zusammengesetzt sind.

Das Verhältnis des bei 100° abgegebenen Wassers zum Gesamtgehalte betreffend, ist wiederum darauf hinzuweisen, daß der letztere bei den wasserreichen Zeolithen nicht mehr der ursprüngliche ist, da diese Minerale bei längerem Liegen in trockener Luft etwas von ihrem Wassergehalt verlieren. Die Bestimmung des Wassergehaltes aus dem Glühverlust ist nicht genau, weil nach den Beobachtungen Friedel's der Glührückstand beim Abkühlen viel Luft absorbiert.

Die Beobachtungen im Exsikkator stimmen mit den vorgenannten Ergebnissen insofern überein, als dieselben jene Zeolithe, die Krystallwasser enthalten, von den übrigen unterscheiden lassen, doch ist bei den von Tammann[2] ausgeführten zu bemerken, daß ein strenger Vergleich untunlich, weil die chemische Zusammensetzung der angewandten Minerale nicht ermittelt wurde. Daß auch die Geschwindigkeit der Wasseremanation sowohl bei niederen als bei höheren Temperaturen für die Charakterisierung des Wassergehaltes tauglich sei, wurde von Zambonini[3] erkannt. Die Versuche zeigen jedoch nur ein stärkeres Ansteigen beim Beginne der Entwässerung und keine Abstufungen.

Daß aber solche bestehen, scheint mir aus den Beobachtungen von Rinne,[4] der sich um die Kenntnis des Verhaltens der Zeolithe so große Verdienste erworben hat, unzweifelhaft hervorzugehen. Derselbe bestimmte die folgenden prozentischen Gewichtsverluste v, die ein Heulandit von Berufiord im Gefäßofen bei hohen Temperaturen erlitt und die

---

[1] Bull. soc. min., 19 (1896), 363.

[2] Wiedemann's Ann. d. Phys., 63 (1897), 16; Zeitschr. d. phys. Chemie, 27 (1898), 323.

[3] Zeitschr. f. Krystallogr. v. Groth, 43 (1907), 395.

[4] Jahrb. f. Min., 1899, I, 1.

hier samt den für je 25° daraus berechneten Differenzen Δ angeführt sind.

$t°$	16	80	105	125	150	175	200	225
v	0	2·77	3·96	4·80	6·15	6·83	7·88	8·26
Δ	1·08	1·19	0·84	1·35	0·68	1·05	0·38	

$t°$	225	250	300	400	475	555
v	8·26	9·08	12·18	14·67	15·27	15·46
Δ	0·82	1·15	0·62	0·20	0·06	

Obwohl die Zahlen Δ als Differenzen eine große Genauigkeit nicht beanspruchen können, so zeigen sie doch an, daß bei ungefähr 80°, dann zwischen 125 und 150°, ferner zwischen 175 und 200°, endlich zwischen 250 und 300° die Wasserentwicklung stärker war als in den benachbarten Intervallen. Diese Wahrnehmung gewinnt an Bedeutung, wenn auch die fernere Beobachtung Rinne's, daß derselbe Heulandit beim Erwärmen seine optische Orientierung wechselt, indem im Laufe der Erwärmung optische Einachsigkeit in drei verschiedenen Richtungen eintrat.

Maxima	Einachsigkeit	Zus. nahezu
80°	ungefähr bei 80°	$Si_6Al_2CaH_{10}$
125—150°		$Si_6Al_2CaH_8$
175—200	» » 180°	$Si_6Al_2CaH_6$
250—300	» » 280°	$Si_6Al_2CaH_4$

Die Beobachtungen im Flammofen, ferner jene am Desmin[1] lassen keine so deutlichen Unterschiede der Wasserentwicklung bei gleicher Temperaturdifferenz erkennen, jedoch wurde an einem Desmin von Nalsoe, Faröer, im Laufe der Erhitzung bis 400° viermal das Eintreten der Einachsigkeit in verschiedenen Richtungen wahrgenommen und der Beobachter sprach sich dahin aus, daß, wenn im Desmin 6 Mol. Wasser angenommen werden, jedesmal 1 Mol. abgegeben wird, wenn der Winkel der optischen Achsen die Nullage durchschreitet.

[1] Jahrb. f. Min., 1897, I, 41.

Da die Analyse des angewandten Materials fehlt und nach den vorhandenen Analysen eine Mischung von zwei bis drei Silikaten verschiedenen Wassergehaltes verraten, so läßt sich eine genaue Berechnung der Abstufungen nicht durchführen. So viel ist aber als feststehend zu betrachten, daß der Wassergehalt von Desmin und Heulandit mit der optischen Orientierung im Zusammenhange steht und daß durch den Wechsel der letzteren die Abstufung des Wassergehaltes dieser Zeolithe vollkommen erwiesen ist, obwohl die Änderungen sich nicht sprungweise vollziehen.

In letzter Zeit wurde von K. Blaschke ein anderer Weg eingeschlagen,[1] um jene Abstufungen deutlich zu machen. Der gelbe Desmin von Striegau wurde zuerst bei 150 bis 170° im Vakuum entwässert, sodann in feuchter Luft verschiedenen höheren Temperaturen ausgesetzt. Die Gewichte des wieder aufgenommenen Wassers zeigten mehr als sieben Abstufungen, daher bei Annahme von 7 Mol. Wasser auch Stufen für halbe Molekel erkennbar wären, was zur Verdopplung der Formel führt.

Es ist aber zu bemerken, daß die von Blaschke mitgeteilte Analyse $Si_{5\cdot 7}Al_2Ca_{0\cdot 82}Na_{0\cdot 24}H_{12\cdot 0}$ ergibt, wonach hier 6 Mol. Wasser anzunehmen wären, zugleich aber das Vorhandensein einer isomorphen Mischung von mindestens zwei Verbindungen unverkennbar ist.

Die Beobachtungen ergeben für dieselben Temperaturen andere Zahlen als jene, die Rinne erhielt, und zeigen den Unterschied der Wiederwässerung auch darin, daß jetzt Stufen des aufgenommenen Wassergehaltes erkennbar werden. Allerdings sind bei gleichen Temperaturen die Zustände der nach diesen Methoden erhaltenen Zeolithpräparate verschieden.

Als Resultat aller dieser Versuche darf wohl angeführt werden, daß im Heulandit und Desmin der Wassergehalt mehr oder weniger deutlich gegliedert erscheint. Auch in den übrigen Zeolithen, denen ein Gehalt an Hydratwasser zugeschrieben wird, ist eine solche Gliederung anzunehmen. Die bisherigen

---

[1] Wasserverlust und Basenaustausch im Desmin. Inauguraldissertation, Breslau 1914.

Versuche gestatten jedoch keine Entscheidung darüber, wie viel von dem bei höheren Temperaturen oder verminderten Außendruck entwickelten Wasser als Hydratwasser zu betrachten ist, weil beide gleichzeitig, jedoch in verschiedenem Maße Wasser abgeben werden.

Der Unterschied in dem Verhalten bei höheren Temperaturen von Desmin und Heulandit ergibt sich nach Rinne's Beobachtungen aus den folgenden prozentischen Wassergehalten:

	16°	125°	150°	200°	250°	300°
Desmin	18·4	14·1	10·3	7·6	5·6	3·7
Heulandit	16·1	11·3	9·95	8·2	7·0	3·9

Aus diesen Zahlen läßt sich berechnen, daß beide Zeolithe bei einer Temperatur von ungefähr 168° den gleichen Wassergehalt von 9·33 % besitzen, welcher der Formel $Si_6Al_2CaH_6O_{19}$ entspricht, die 9·41 % fordert. Vor und nachher gibt der Desmin das Wasser merklich rascher ab und von 168° angefangen ist der Rest des Desmins wasserärmer als jener des Heulandits.

Daraus wäre zu schließen, daß im Desmin mehr Krystallwasser enthalten ist als im Heulandit.

Wenn in dem Heulandit von der Zusammensetzung $Si_6Al_6CaH_{12}O_{22}$, der bei 100° ungefähr ein Sechstel des Wassergehaltes verliert, 1 Mol. Krystallwasser angenommen wird, so entfielen auf die übrigen 5 Mol. Wasser noch vier Abstufungen.

11. Verhalten gegen Säuren.

Als eines der Kennzeichen zur Unterscheidung der Zeolithe wird das Verhalten bei der Zersetzung durch Säuren angegeben. Die einen liefern Gallerte, die anderen eine schleimige Kieselsäure, die Mehrzahl hinterläßt nach Zersetzung des Pulvers eine pulverige Kieselsäure. Dieses Kennzeichen ist aber nicht untrüglich.

Viele Analcime geben eine schleimige, andere eine pulverige Kieselsäure. Die Phillipsite scheiden zumeist eine pulverige ab, doch erhielt W. Fresenius aus dem Phillipsit von

Aci Cartello eine Gallerte. Die Erklärung dieser Verschiedenheit bei ungefähr gleicher Zusammensetzung würde sich aus dem vorigen ergeben, da gesagt wurde, daß dem Kern bei gleicher chemischer Zusammensetzung die Struktur eines Orthosilikats, eines Metasilikats oder eines Disilikats zukommen könne. Wenn ein Analcim, z. B. der von den Cyklopen, eine schleimige Kieselsäure liefert, so zeigt sich bei genauerer Prüfung, daß ein Teil des Rückstandes die Eigenschaften der Orthokieselsäure besitzt, der andere Teil pulverig ist. Daraus wird geschlossen, daß hier der Kern zum Teil als Orthosilikat zu betrachten ist. Da der Analcim vom Table Mountain und jener von der Seisser Alpe eine pulverige Kieselsäure geben, so ist anzunehmen, daß hier dem Kern die Struktur eines Disilikats zukommt. Die Verschiedenheit der chemischen Struktur des Kernes bringt demnach keine wesentliche Formverschiedenheit hervor.

Bei den Angaben über das Verhalten der Silikate gegen Säuren fehlt fast immer die Angabe der Konzentration und der Temperatur, die aber wesentlich ist. Der Anorthit liefert, mit sehr verdünnter Salzsäure zusammengebracht, nach einiger Zeit bloß eine flockige Kieselsäure, die bei der Hemmung die Zusammensetzung der Metakieselsäure SiH_2O_3 ergibt. Wird aber, wie es gewöhnlich geschieht, das Pulver des Anorthits im Probiergläschen mit ziemlich konzentrierter Salzsäure übergossen und erhitzt, so entsteht eine Gallerte, gemischt mit Flocken. Die Gallerte hat die Eigenschaften der Orthokieselsäure. Wenn in den Lehrbüchern angegeben wird, daß der Anorthit, mit Säure behandelt, eine Gallerte liefert, so ist dies nicht genau, es fehlt die Angabe, daß dies nur bei höherer Temperatur und Anwendung einer ziemlich konzentrierten Säure eintritt.

Das Gleiche gilt für die Angaben bei den Zeolithen. So wird für Analcim an einem Orte als Zersetzungsprodukt eine Gallerte, an einem anderen schleimige Kieselsäure oder ein flockiges Produkt angegeben. Beim Gmelinit hier pulverige Kieselerde, dort Gelatine oder ein halbgelatinöser Rückstand. Für Phillipsit wird überall das Gelatinieren mit Säure angeführt, obwohl dies nur für einen Teil der Phillipsite gilt.

Diese Divergenzen beruhen zum Teil auf dem ungleichen Verhalten der einzelnen Glieder derselben Gattung, zum Teil auf der Verschiedenheit des angewandten Verfahrens.

12. Untersuchung der Kieselsäuren.

Einige der analysierten Zeolithe, von denen größere Mengen zu Gebote standen, wurden mit verdünnter Salzsäure zersetzt, um die Emanationsgeschwindigkeit der daraus abgeschiedenen Kieselsäuren zu bestimmen. Jene Resultate, die sich auf Natrolith, Skolezit, Heulandit beziehen, sind in früheren Mitteilungen enthalten.[1]

Der Analcim von der Seisser Alpe gab an verdünnte Salzsäure eine nur sehr geringe Menge löslicher Kieselsäure ab. Nach der mit 27prozentiger Salzsäure in einer Woche vollendeten Zersetzung und nachherigem Reinigen des Rückstandes wurde die erhaltene Kieselsäure bei 14° und einem Dampfdruck von 4·42 *mm* getrocknet. Mit w sind die Wassergehalte, mit u deren Differenzen bei täglich einmaliger Wägung bezeichnet. Diese und alle ferneren Wägungen wurden durch Herrn A. Himmelbauer ausgeführt.

$w =$ 3366	2515	1365	321	301	300	
$u =$	1151	1150	1044	20	1	

Der Wassergehalt bei der Hemmung berechnet sich nach der bekannten Formel aus dem Wassergehalte w_1 vor der Hemmung, dem Werte u_1 für das Intervall vor der Hemmung, u_2 für das Hemmungsintervall und u_3 für das nachfolgende Intervall

$$W_h = w_1 - u_1 \frac{u_2 - u_3}{u_1 - u_3}$$

hier zu 323 *mg* und da das im Präparat enthaltene $SiO_2 =$ $= 1121$ *mg* bestimmt wurde, so folgt für den prozentischen Wassergehalt bei der Hemmung

$$W = 22 \cdot 37\,\%.$$

[1] Über Natrolith und Skolezit. Diese Sitzungsber., 114, Abt. I (1905), 455. — Über Heulandit. Ebenda, 115, Abt. I (1906), 697.

Dieser Betrag nähert sich dem für die Kieselsäure $Si_2H_4O_2$ geltenden von 23 %.

E. Baschieri fand den Betrag für eine Kieselsäure aus einem Analcim vom gleichen Fundorte zu 21·31 bis 22·43 %.

Als die vorgenannte Kieselsäure über Schwefelsäurelösung von der Dichte 1·82 bei 14° bis zum konstanten Gewicht getrocknet worden, betrug der Wassergehalt 9·16 %.

Der Analcim vom Table Mountain lieferte nach der gleichen Behandlung eine Kieselsäure, die bei 14° und einem Dampfdruck von 5 *mm* in Zwischenräumen von 14 und 10 Stunden in den Zeiten t die folgenden Zahlen ergab:

$t =$	0	14	24	38	48	62
$w =$	1132	848	660	484	480	477
$u =$		284	188	176	4	3

Hier wurde der Wassergehalt bei der Hemmung nach der Formel

$$W_h = w_1 - u_1 \frac{u_2 - \gamma u_3}{u_1 - u_3}$$

berechnet, wo γ das Verhältnis des Hemmungsintervalls zum vorigen, hier also 1·4, bedeutet. Demnach ist $W_h = 485 \cdot 9$ und da in dem Präparat $SiO_2 = 1632$ *mg* gefunden wurde:

$$W = 22 \cdot 94\ \%.$$

Das Ergebnis nähert sich ebenfalls dem Wassergehalt für $Si_2H_4O_3$ von 23 %. Diese Kieselsäure wurde durch Behandlung mit Methylenblau so wie die vorige himmelblau gefärbt.

Der Analcim von den Cyklopen verhielt sich anders als die beiden vorigen, da bei der Zersetzung durch verdünnte Säure eine beträchtliche Menge Orthokieselsäure gebildet wird, welche zum größten Teil in die Lösung übergeht. Ein Rückstand, der frei von Orthokieselsäure war, ergab bei 16° und einem Dampfdruck von 5 *mm* in Zeiträumen von 13·5 und 10·5 Stunden die Zahlen:

$t =$	0	13·5	24	37·5	48	61·5
$w =$	2465	1865	1358	788	399	354
$u =$		600	507	570	389	45

woraus $W_h = 403 \cdot 3$ und da in dem Präparat $SiO_2 = 1364$ *mg*:

$$W = 22 \cdot 83\,\%.$$

Der aus schwerlöslicher Kieselsäure bestehende Anteil hat demnach die Zusammensetzung $Si_2H_4O_6$. Die Dichte beim Gehalte von 23% Wasser wurde zu 1·796 bestimmt. Als das Präparat über Schwefelsäurelösung von $D = 1 \cdot 81$ bei 16·5° bis zum konstanten Gewichte getrocknet worden, war dessen Wassergehalt 9·39%.

Als derselbe Zeolith mit ziemlich konzentrierter Salzsäure aufgeschlossen worden, blieb ein Gemisch von Kieselsäuren zurück, das bei der Hemmung einen Wassergehalt von 27 bis 28% ergab. Da beim Waschen ein Teil der Orthokieselsäure entfernt wurde, so bezieht sich dieser Wassergehalt nicht auf die ganze von diesem Analcim abgegebene Kieselsäure.

Der Acadialith genannte Chabasit von Wassons Bluff lieferte nach der Zersetzung mit verdünnter Säure nur pulverige Kieselsäure. Diese gab bei 15° und dem Dampfdruck von 4·3 *mm* in halbtägigen Intervallen die Zahlen:

$w =$	1675	1102	578	243	242	242
$u =$		573	524	335	1	0

aus welchen $W_h = 243 \cdot 4$ und bei $SiO_2 = 828$ der Wassergehalt bei der Hemmung

$$W = 22 \cdot 72\,\%$$

berechnet wurden.

Der Chabasit von den Faröern hinterließ nach der Zersetzung eine nicht ganz homogene Kieselsäure, indem eine kleine Menge von Orthokieselsäure dem Pulver beigemischt erschien, die beim Waschen entfernt wurde. Eine Beobachtungsreihe wurde bei 12° und einem Dampfdruck von 5 *mm* in halbtägigen Intervallen ausgeführt.

$w =$	845	522	268	214	209	207
$u =$		323	254	54	5	2

Daraus ergab sich $W_h = 218 \cdot 2$ und gemäß dem Gehalt an $SiO_2 = 751$ *mg*

$$W = 22 \cdot 50\,\%.$$

Eine zweite Reihe erfolgte bei 13° und dem Dampfdruck von 5·1 *mm* in Intervallen von 13·5 und 10·5 Stunden:

$t =$	0	13·5	24	37·5	48	61·5
$w =$	1908	1188	703	575	569	564
$u =$	720	485	128	6	5	

wonach $W_h = 581·2$ und zufolge der SiO_2-Bestimmung zu 1871 *mg*

$$W = 23·70.$$

An dieser Kieselsäure wurde die Dichte beim Gehalte von 23% zu 1·803 bestimmt.

Ein Chabasit von Aussig zeigte dasselbe Verhalten wie der vorige und gab unter denselben Umständen wie in der letzten Reihe die Zahlen:

$t =$	0	13·5	24	37·5	48	61·5	72
$w =$	3048	2252	1640	909	555	529	528
$u =$	796	612	731	354	26	1	

aus denen $W_h = 562·9$ und zufolge $SiO_2 = 1788$ *mg*

$$W = 23·94\%$$

berechnet worden. Beim Wassergehalt von 23% wurde die Dichte = 1·796 gefunden.

Die aus Chabasit abgeschiedene Kieselsäure entspricht sehr nahe dem Verhältnis $Si_2H_4O_6$.

Der Heulandit vom Berufiord wurde bereits von Frau Silvia Hillebrand untersucht mit dem Ergebnis von 19·56, 19·69 und 20·51% Wassergehalt bei der Hemmung. E. Baschieri fand 19·31%. Ein neuer Versuch im Exsikkator bei 14° und einem Dampfdruck von 5·2 *mm* führte bei täglich einmaliger Wägung zu den Zahlen:

$w =$	3833	2693	1610	586	232	231
$u =$	1140	1083	1024	354	1	

Aus diesen wurde $W_h = 232·7$ berechnet und zufolge der Bestimmung $SiO_2 = 950$ der Wassergehalt bei der Hemmung

$$W = 19·68.$$

Dies stimmt mit dem für $Si_6H_{10}O_{17}$ berechneten Wassergehalt von 19·94 % nahe überein.

Die Dichte dieser Kieselsäure bei dem Wassergehalt von 19·68 % wurde zu 1·851 bestimmt.

Der Desmin von den Faröern lieferte bei der Zersetzung eine pulverige Kieselsäure, die, getrocknet und mit Methylenblau behandelt, himmelblau gefärbt wurde. Bei 16° und einem Dampfdruck von 5·6 *mm* wurden in 24stündigen Intervallen die folgenden Zahlen erhalten:

$w =$ 2818		1526		478		230		220
$u =$	1292		1048		248		10	

aus denen $W_h = 237·7$ und nach der Bestimmung $SiO_2 =$ $= 898$ *mg*

$$W = 20·93\ \%$$

berechnet wurde.

Ein zweiter Versuch unter denselben Umständen mit einer Menge, worin $SiO_2 = 807$, ergab

$w =$ 2641		1585		593		209		196
$u =$	1056		992		384		13	

woraus $W_h = 217$ und der Wassergehalt bei der Hemmung

$$W = 21·19$$

berechnet wurden. Ein dritter Versuch ergab 20·62 %. E. Baschieri fand 20·16, 20·93, 21·05 % für einen Desmin von Teigarhorn.

Da die Analyse das Verhältnis $Si_{6·33}Al_2CaH_{13·52}$ ergab, so ist die erhaltene Kieselsäure auf $Si_{6·3}$ zu berechnen. Dies führt auf $Si_{6·3}H_{11·3}$, was einem Wassergehalt von 21·13 % entspricht.

Der Phillipsit vom Eulenberg ergab nach der Zersetzung einen Rückstand, der aus Pulver und Gallerte bestand und, nach Trocknen mit Methylenblau behandelt, eine tief berlinerblaue Färbung annahm. Der pulverige Anteil war von der löslichen Kieselsäure nicht vollständig trennbar. Bei 15° und

dem Dampfdruck von 2·6 *mm* wurden in den Intervallen von 13 und 11 Stunden erhalten die Zahlen:

$t =$	0	13	24	37	48	61
$w =$	3380	2471	739	179	171	170
$u =$		909	732	560	8	1

woraus $W_h = 182 \cdot 6$ und nach Bestimmung des enthaltenen $SiO_2 = 657$ *mg* der Wassergehalt bei der Hemmung

$$W = 21{\cdot}75\,\%$$

berechnet wurde. Diese Zahl dürfte wegen einer Beimischung von Orthokieselsäure etwas zu groß sein.

13. Zusammensetzung der Kieselsäuren.

Wenn die Zeolithe als Verbindungen des Kernes mit Kieselsäuren betrachtet werden, so ist letzteren eine bestimmte chemische Zusammensetzung zuzuschreiben. Da diese als Komponenten einer krystallisierten Verbindung erscheinen, so werden sie gemäß der Anschauung, nach welcher die Krystallmolekel als die Wiederholung einer bestimmten räumlichen Anordnung der Atome aufzufassen ist, in dem Krystallgebäude in bestimmter zahlenmäßiger Verteilung auftreten. Die entgegengesetzte Ansicht von einer festen Lösung läßt sich damit nicht vereinigen.[1]

Was die Zusammensetzung der anzunehmenden Kieselsäuren betrifft, genügt es, auf die bisherigen Erfahrungen hinzuweisen, die von mir und meinen Mitarbeitern gewonnen wurden. Die Kieselsäuren von einfachster Zusammensetzung sind:

SiH_4O_4 aus Willemit, Hemimorphit u. a.; daraus entsteht bei der folgenden Hemmung SiH_2O_3;
SiH_2O_3 aus Anorthit;
$Si_2H_2O_5$ aus Datolith, Gadolinit, Titanit.[2]

---

[1] Vgl. Zambonini, l. c.; Blaschke, l. c.

[2] A. Himmelbauer, diese Sitzungsber., 115, Abt. I (1906), 1177; J. Bruckmoser, ebenda, 116, Abt. I (1907), 1653.

Von den beiden letzteren werden höher zusammengesetzte abgeleitet:

$Si_2H_4O_6$	$Si_4H_4O_{10}$
$Si_4H_8O_{12}$	$Si_6H_6O_{15}$
$Si_6H_{12}O_{18}$	$Si_8H_8O_{20}$
$Si_8H_{16}O_{24}$	

Das Aufsteigen nach geraden Zahlen wird durch die Beobachtungen von W. Pukall bestätigt,[1] der als gut krystallisierte Verbindungen erhielt: $Si_4K_2H_2O_{10}$, $Si_6K_2H_2O_{14}$, $Si_8K_2H_2O_{18}$.

Kieselsäuren mit ungerader Zahl von Si können aus den vorigen abgeleitet werden, z. B. $Si_3H_6O_9 = Si_2H_4O_6 + SiH_2O_3$, $Si_3H_4O_8 = Si_2H_2O_5 + SiH_2O_3$. Die Annahme solcher Kieselsäuren hat sich nicht als nötig erwiesen, da die empirische Formel der höher zusammengesetzten Zeolithe auf gerade Zahlen hinweist.

14. Der Bau von Zeolithverbindungen.

Auf Grund der vorerwähnten Analysen und des Verhaltens gegen verdünnte Säure läßt sich bereits ein vorläufiger Einblick in die chemische Konstitution der häufigeren Zeolithe gewinnen. Die wasserreichsten folgen dem Schema

$$\text{I.}\quad Z.\mathrm{K}\begin{matrix}\mathrm{OH_2}\\ \\ \mathrm{OH_2}\end{matrix}.n.\mathrm{Aq},$$

worin Z eine Kieselsäure oder eine Mischung von mehreren Kieselsäuren bedeutet. Andere Zeolithe sind nach der Regel

$$\text{II.}\quad Z.\mathrm{K}\begin{matrix}\\ \mathrm{OH_2}\end{matrix}.n.\mathrm{Aq}$$

zusammengesetzt. Die übrigen entsprechen der Regel:

$$\text{III.}\quad Z.\mathrm{K}.n.\mathrm{Aq}.$$

---

[1] Berichte d. Deutsch. chem. Ges., 49 (1916), 397. Vgl. auch Jordis, Zeitschr. f. Elektrochemie, 8, p. 678.

Jene, die kein Krystallwasser enthalten, leiten sich durch Wegbleiben von Aq, zwei durch Ersatz von Z durch H_2O, eine durch Ersatz von Aq durch SiO_4H_4 von der vorigen ab.

Der Natrolith $Si_3Al_2Na_2H_4O_{12}$ gehorcht, wie schon früher bemerkt wurde, der mit III bezeichneten Regel, jedoch ohne Krystallwasser, wonach derselbe gemäß der Formel:

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2Na_2O_8]$$

zusammengesetzt erscheint. Bei der Zersetzung durch Säure liefert sowohl der Kern, dessen Bild in eckige Klammer gesetzt wurde, als der Begleiter Orthokieselsäure.

Der Skolezit $Si_3Al_2CaH_6O_{13}$ folgt der Regel II, jedoch ohne Krystallwasser und es ist die Gliederung

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2CaO_8OH_2]$$

anzunehmen. Da bei der Zersetzung aus dem Kern und dem Begleiter nur SiO_4H_4 entsteht, so liefert derselbe nur Orthokieselsäure und da kein Krystallwasser anzunehmen ist, so wird dem Kern eine Mol. Wasser zugeschrieben.

Der Mesolith ist wesentlich ein Doppelsalz der beiden vorigen Verbindungen, nach Görgey in dem Verhältnis $Si_3Al_2Na_2H_4O_{12}.2\,Si_3Al_2CaH_6O_{13}$. Ob noch ein zweites Doppelsalz besteht, ist unsicher.

Der Thomsonit hat nach den vorliegenden Analysen, die meist an derben Stücken ausgeführt wurden, eine variable Zusammensetzung. Die siliciumärmere Varietät Comptonit verliert bei 100° nur wenig, etwa ein Neuntel des gesamten Wassergehaltes. Bei der Zersetzung liefert derselbe nur Orthokieselsäure.

Aus mehreren Beobachtungen wurde eine Zusammensetzung abgeleitet, welche nach Zusammenfassen von Ca und Na durch die Formel

$$4\,[H_2O.Si_2Al_2CaO_8OH_2]\,Aq$$

ausgedrückt werden kann.

Der Gismondin enthält bisweilen isomorphe Beimischungen, doch geben mehrere Analysen, auch die meinige, das Verhältnis $Si_2Al_2CaH_8O_{12}$. Hier ist keine Kieselsäure in

der Verbindung und es ist anzunehmen, daß deren Stelle durch H_2O eingenommen wird. Bei der Zersetzung liefert der Gismondin bloß Orthokieselsäure, wonach die Struktur entsprechend der Regel I

$$H_2O[Si_2Al_2CaO_8O_2H_4]\,Aq$$

als wahrscheinlich gelten kann. Beim Erwärmen auf 100° gibt er etwas weniger als ein Viertel des Wasserstoffes in Form von Wasser ab. Letzteres wird an feuchter Luft wieder aufgenommen. Es beträgt etwas weniger als 1 Mol. Wasser.

Der Laumontit nimmt eine Ausnahmsstellung unter sämtlichen Zeolithen ein, da er, der trockenen Zimmerluft ausgesetzt, verstäubt, was an keinem der übrigen Zeolithe beobachtet wird. Das weiße, oft mehlige Produkt wurde Leonhardit genannt. Der Wassergehalt desselben ist schwankend und hängt von dem Dampfdruck der Umgebung ab. Die Zusammensetzung des Laumontits ist infolge isomorpher Beimischung etwas variabel, doch zeigen die Analysen, daß der hauptsächlichen Verbindung in dem frischen Mineral die Formel $Si_4Al_2CaH_8O_{16}$ zukommt. Nach den Untersuchungen von A. Smita[1] ist das Verstäubungsprodukt nach dem Trocknen über Schwefelsäure um 1 Mol. Wasser ärmer als das frische Mineral.

Bei der Zersetzung entsteht nur Orthokieselsäure, wonach neben dem angenommenen Kern $[Si_2Al_2CaO_8]$ zwei Mol. Orthokieselsäuren enthalten wären. Nach dem Vergleich mit den übrigen Zeolithen wäre auch hier eine Mol. Orthokieselsäure in der innigen Verbindung mit dem Kern zu denken, worauf die zweite Mol. die Rolle des Krystallwassers zu übernehmen hätte, eine Zusammensetzung, die, sowie das Verhalten an trockener Luft, eine Ausnahme bildet. Demgemäß enthält der Laumontit, entgegen der bisherigen Annahme, kein Krystallwasser und die Gliederung der Formel wäre

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2CaO_8]SiO_4H_4,$$

wo die an Stelle des Krystallwassers eintretende Mol. Orthokieselsäure rechts geschrieben ist. Daraus würde sich das

[1] Mineralog. Mitt., her. v. Tschermak, VII (1877), 268.

ganz ungewöhnliche Verhalten erklären, weil hier eine Mol. Orthokieselsäure in schwächerer Bindung vorhanden ist, sich also schon ähnlich wie im freien Zustande benimmt, wo die Orthokieselsäure an der Luft sich bald in Metakieselsäure und weiter in noch wasserärmere Verbindungen verwandelt. Dem Leonhardit, welcher nur ein vorübergehendes Stadium der Zersetzung darstellt, würde nach dem Trocknen über Schwefelsäure die Formel

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2CaO_8]SiO_3H_2$$

zugeschrieben werden. Das letzte Glied ist aber nicht als Metakieselsäure aufzufassen, sondern bedeutet nur den veränderlichen Teil der Orthokieselsäure. An feuchter Luft oder in der Säurelösung wird dieser wiederum restituiert und jetzt ergibt sich bei der Zersetzung wiederum nur Orthokieselsäure.

Die bisher aufgezählten Zeolithe liefern bei der Zersetzung nur Orthokieselsäure, die folgenden aber mit wenigen Ausnahmen solche Kieselsäuren, die in verdünnter Säure nicht löslich sind.

Der Analcim hat, wie schon früher bemerkt wurde, bei der Analyse merklich schwankende Zusammensetzung und bei der Behandlung mit Säure ungleiches Verhalten ergeben. Mehrere Analysen führen zu der Formel $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$ und die entsprechenden Analcime liefern bei der Zersetzung nur Dikieselsäure $Si_2O_6H_4$. Demnach wäre der Kern kein Orthosilikat, sondern ein Disilikat und die Zusammensetzung erklärt sich durch die Verbindung eines solchen Kernes mit Dikieselsäure:

$$H_4O_6Si_2(Si_2Al_2Na_2O_8) = Si_4Al_2Na_2O_{14}.$$

Die Verbindung enthält kein Krystallwasser, was dem Verhalten bei höherer Temperatur entspricht. Wenn bei der Zersetzung eines Analcims neben pulveriger Kieselsäure auch Gelatine gebildet wird, welche die Eigenschaften der Orthokieselsäure zeigt, so wäre dem Kern der Charakter eines Orthosilikats zuzuschreiben und der Verbindung die Gliederung:

$$H_4O_6Si_2[Si_2Al_2Na_2O_8] = Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}.$$

Auch hier ist kein Krystallwasser vorhanden. Bei der Zersetzung wurde die Hälfte des Siliciums als Orthokieselsäure abgeschieden. Der von mir untersuchte Analcim der Cyklopen zeigte bei der Zersetzung die entsprechenden Erscheinungen.

Der Heulandit hat eine etwas wechselnde Zusammensetzung. Jener vom Berufiord, der nahezu dem Verhältnis $Si_6Al_2CaH_{12}O_{22}$ entspricht, lieferte nach der Zersetzung eine in verdünnter Säure unlösliche Kieselsäure $Si_6O_{17}H_{10}$. Davon entfällt auf den Kern $Si_2O_6H_4$ und auf die begleitende Kieselsäure $Si_4O_{11}H_6$. Letztere ist als eine Mischung aufzufassen und führt zu der Gliederung:

$$\frac{1}{2} Si_4O_{12}H_8 \cdot \frac{1}{2} Si_4O_{10}H_4 . Si_2Al_2CaO_8 . 3\,H_2O .$$

Da der Heulandit bei 100° ungefähr ein Sechstel des gesamten Wassergehaltes, also 1 Mol. Wasser, verliert, so ist der Rest von $2\,H_2O$ dem Kern zuzuschreiben. Die beiden in diesem Heulandit enthaltenen Verbindungen wären demnach:

$$H_8O_{12}Si_4(Si_2Al_2CaO_8O_2H_4)\,Aq$$
$$H_4O_{10}Si_4(Si_2Al_2CaO_8O_2H_4)\,Aq$$

Der Epistilbit folgt demselben Gesetze, doch ist die enthaltene Kieselsäure $Si_4O_{10}H_4$. Ebenso der Brewsterit, jedoch wird hier Ca durch Sr ersetzt.

Der Desmin ist nur selten ungemischt. Manche Varietäten geben dieselben Verhältnisse, wie sie im Heulandit gefunden wurden, so daß aus der Analyse allein sich nicht erkennen läßt, welches der beiden Minerale untersucht wurde. Dadurch ist angedeutet, daß die in den beiden enthaltenen Verbindungen wesentlich nicht verschieden sind. Früher wurde schon bemerkt, daß dem Desmin eine größere Menge von Krystallwasser zukomme.

Der Desmin von den Faröern ergab $Si_{6\cdot3}Al_2CaH_{13\cdot5}$ und die daraus erhaltene Kieselsäure $Si_{6\cdot3}H_{11\cdot3}$, wovon Si_2H_4 dem Kern zukommt. Es ergibt sich für die begleitende Kieselsäure das Verhältnis $Si_{4\cdot3}H_{7\cdot3}$, was annähernd $\frac{3}{4} Si_4H_8 \cdot \frac{1}{4} Si_6H_6$

entspricht, wonach $3\,H_2O$ erübrigt. Da bei 100° nahe 2 Mol. Wasser entweichen, so ergibt sich die Gliederung

$$\frac{3}{4} H_8 O_{12} Si_4 \cdot \frac{1}{4} H_6 O_{15} Si_6 (Si_2 Al_2 Ca O_8 OH_2)\ 2\ Aq,$$

demnach als vorherrschende Verbindung:

$$H_8 O_{12} Si_4 (Si_2 Al_2 Ca O_8 OH_2)\ 2\ Aq,$$

entsprechend der Formel $Si_6 Al_2 Ca H_{14} O_{23}$. Die später folgende genauere Berechnung führt zu den Formeln der beiden übrigen Komponenten.

Der Phillipsit erscheint bezüglich der Zusammensetzung und Krystallform als eine Varietät des Desmins. Mehrere Analysen leiten zu der Formel $Si_4 Al_2 Ca H_{10} O_{17}$. Bei der Zersetzung durch Säuren bildet sich in mehreren Fällen eine Mischung von Orthokieselsäure und Dikieselsäure, wodurch angedeutet ist, daß hier im Kern ein Orthosilikat vorliegt. Die Gliederung nach dem gleichen Grundsatze wie beim Desmin wäre sodann

$$H_4 O_6 Si_2 [Si_2 Al_2 Ca O_8 OH_2]\ 2\ Aq.$$

In jenen Fällen, da bei der Zersetzung sich keine Orthokieselsäure bildet, erklärt sich obige Zusammensetzung durch

$$H_4 O_6 Si_2 (Si_2 Al_2 Ca O_8 OH_2)\ 2\ Aq.$$

Im Harmotom erscheint Ca durch Ba ersetzt. Im übrigen bildet er ein Mittelglied zwischen Phillipsit und Desmin.

Der Chabasit gehört auch zu den isomorphen Mischungen, doch ergaben mehrere Vorkommen und auch der von mir benutzte die Formel $Si_4 Al_2 Ca H_{12} O_{18}$. Bei der Zersetzung entstand daraus nur Dikieselsäure und bei dem Versuche einer Gliederung der Formel bleibt ein Rest, der als Krystallwasser anzusehen ist. Wenn hier der wasserstoffhaltige Kern $Si_2 Al_2 Ca H_4 O_{10}$ angenommen wird, so ergibt sich die Gliederung nach der Regel I:

$$H_4 O_6 Si_2 (Si_2 Al_2 Ca O_8 O_2 H_4)\ 2\ Aq.$$

Da der Chabasit nach den früher angeführten Beobachtungen beim Erwärmen auf 100° ungefähr ein Viertel des

Wasserstoffes als Wasser abgibt, was mehr als anderthalb Mol. Wasser entspricht, so ist obige Gliederung sehr wahrscheinlich.

In der Chabasitverbindung wären je vier Atome Wasserstoff in drei verschiedenen Bindungen enthalten, deren zwei sehr ähnliche sind.

Der Gmelinit folgt derselben Regel wie der Chabasit, jedoch ist die Natriumverbindung $Si_4Al_2Na_2H_{12}O_{18}$ vorherrschend und die Gliederung wird durch

$$H_4O_6Si_2(Si_2Al_2Na_2O_8O_2H_4)\ 2\ Aq$$

angegeben.

In dem seltenen und noch wenig erforschten Levyn erscheint bei gleichem Typus die Verbindung $Si_4Al_2CaH_{10}O_{17}$ vorherrschend, worin als begleitende Kieselsäure $Si_2O_5H_2$ anzunehmen wäre.

Die Gliederung des Hydratwassers in zwei Anteile, in das dem Kern angefügte und das Krystallwasser fußt auf der Annahme, daß bei 100° der größte Teil des Krystallwassers abgeschieden wird. Diese Trennung hat einen provisorischen Charakter und besagt bloß, daß jene Menge Wasser, die bei dieser Temperatur entweicht, weniger innig gebunden erscheint als die übrige. Vorläufig verfügt man über kein Mittel, eine solche Gliederung endgültig vorzunehmen und durch die Bezeichnung Krystallwasser soll nicht mehr ausgedrückt sein als jene schwächere Bindung.

15. Schmelzprodukte.

Daß manche Zeolithe nach dem Glühen ein Produkt geben, dessen Verhalten gegen Säuren verschieden von dem des ursprünglichen Minerals erscheint, ist schon seit langer Zeit bekannt. In Rammelsberg's Mineralchemie finden sich die Angaben, daß der Natrolith, vor und nach dem Glühen mit Säuren zusammengebracht, gelatiniere, der Analcim ursprünglich durch Säuren leicht, nach dem Glühen schwer zersetzbar sei, der Chabasit nach dem Glühen nicht zersetzt werde.

Über den Analcim von den Cyklopen wird von G. Friedel die Angabe gemacht,[1] daß das Schmelzprodukt isotrop ist und tesserale Form zeigt. Angaben über die Schmelzprodukte verschiedener Zeolithe sind in der Abhandlung von C. Dölter[2] enthalten, doch ohne Bezugnahme auf die ursprüngliche Zusammensetzung. Von Zambonini[3] wurden Beobachtungen an geglühtem Heulandit und Thomsonit angestellt.

Im folgenden mögen einige Beobachtungen zur Vervollständigung des Bekannten angeführt werden.

Der von mir analysierte Natrolith von Brevik lieferte ursprünglich bei der Zersetzung nur Orthokieselsäure, die sich in der verdünnten Säure vollkommen löste. Nach schwachem Glühen hinterließ das Produkt bei gleicher Behandlung nach Entfernung der gelösten Orthokieselsäure eine geringe Menge SiO_2, welche $4 \cdot 7\,\%$ des gesamten Siliciumdioxyds betrug. Nach dem Glühen vor dem Gebläse war das Produkt glasig, doppelbrechend und hinterließ jetzt eine größere Menge SiO_2, die beiläufig $38\,\%$, also etwas mehr als ein Drittel der Gesamtmenge ausmachte. Im Vergleiche mit der ursprünglichen Zusammensetzung

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2Na_2O_8]$$

erscheint die Zusammensetzung des Schmelzproduktes $SiO_2 + Si_2Al_2Na_2O_8$ als Gemisch von Si_2 mit Nephelin, was dem Verhalten gegen Säure annähernd entspricht und mit der mikroskopischen Beobachtung Dölter's, die Nephelin angibt, übereinstimmt.

Der Skolezit von Punah, der ursprünglich auch nur Orthokieselsäure lieferte, gab nach dem Schmelzen ein doppelbrechendes Glas, dessen Pulver nach der Behandlung mit verdünnter Säure keine lösliche Kieselsäure abgab. Wird von der ursprünglichen Zusammensetzung

$$H_4O_4Si[Si_2Al_2CaO_8OH_2]$$

---

1 Bull. soc. min., 19 (1896), 14.

2 Jahrb. f. Min., 1890, I, 118.

3 Zeitschr. f. Kryst., 49 (1911), 100.

die des Schmelzproduktes $SiO_2 + Si_2Al_2CaO_8$ abgeleitet, so zeigt sich, daß aus dem säurelöslichen Kern eine dem Anorthit entsprechende Verbindung hervorgegangen ist, die keine Orthokieselsäure abgibt. Die Schmelze kann als amorphes SiO_2 und Anorthit betrachtet werden, was mit dem mikroskopischen Befunde Dölter's übereinstimmt.

Der Laumontit von Kongsberg, der ursprünglich sich wie die vorigen verhält, lieferte nach starkem Glühen eine krystallinische Masse, die zum größten Teil aus länglichen Prismen bestand, nach Becke's Beobachtungen gerade auslöschend mit γ parallel der Längsachse. Bei Einwirkung verdünnter Säure bildete sich keine lösliche Kieselsäure. Aus dem Vergleich der Schmelze $SiO_2 + Si_2Al_2CaO_8 + SiO_2$ mit der ursprünglichen Zusammensetzung $H_4O_4Si[Si_2Al_2CaO_8]SiO_4H_4$ läßt sich erkennen, daß der Kern die Eigenschaften eines Orthosilikats verloren und wahrscheinlich eine Verbindung mit SiO_2 gebildet hat. Vorläufig ist es unsicher, ob in den Prismen eine Verbindung $Si_3Al_2CaO_{10}$ oder $Si_4Al_2CaO_{12}$ vorliegt. Die Entscheidung verlangt größere Mengen des Zeoliths, als mir zu Gebote standen. Die Angabe Dölter's, der von Anorthit und einem schief auslöschenden Gemengteil spricht, stimmt mit meinem Befunde nicht überein.

Der Analcim von den Cyklopen, dessen Zusammensetzung von dem Verhältnis $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$ etwas abweicht und der eine Gruppe von Orthosilikat enthält, lieferte eine Schmelze, die aus Glas mit vielen isotropen Krystallen bestand. Jene, die aus der Oberfläche hervorragten, sahen wie gefirnißt aus und zeigten undeutliche Würfelform mit abgerundeten Ecken. Bei der Behandlung mit verdünnter Säure bildete sich keine Orthokieselsäure. Dies stimmt mit den Angaben von G. Friedel überein, der die Krystalle als Natronleucit ansprach, während Dölter kein krystallines Schmelzprodukt erhielt.

Der Chabasit von Rübendörfel ergab als Schmelzprodukt ein blasiges Glas ohne eine Spur von Doppelbrechung. Auch als Herr Dr. Leitmaier dasselbe im elektrischen Ofen erhitzte, wurde es nicht flüssig und war nach dem langsamen Abkühlen bloß an der Oberfläche gefrittet. Der Dünnschliff zeigte eine

isotrope feinblasige Schmelze. Dieses Glas scheint, obwohl Dölter auch hier Anorthit angibt, kein solcher, sondern eine kieselreichere Verbindung zu sein.

Nach der von mir entwickelten Anschauung von dem Bau der Zeolithe, nach welcher in allen der genannte Kern enthalten wäre, könnte als Schmelzprodukt immer nur Anorthit, Nephelin und Kieselglas erwartet werden, doch deuten die Versuche mit Laumonit und Chabasit darauf hin, daß aus dem Kern und der begleitenden Kieselsäure unter bestimmten Umständen auch kieselreichere Verbindungen sich bilden können.

16. Austausch basischer Stoffe.

Durch die zahlreichen Versuche J. Lemberg's mit Silikaten, die bei höheren Temperaturen in geschlossenen Gefäßen der Einwirkung von Salzlösungen ausgesetzt wurden, ergab sich die Tatsache, daß unter diesen Umständen die im angewandten Mineral enthaltenen Metalle, wie Calcium, Natrium, Kalium durch andere analoge Stoffe ausgetauscht werden können. In manchen Fällen wurde auch die Rückverwandlung bis zur ursprünglichen Zusammensetzung durchgeführt. Eine physikalisch-chemische Untersuchung der Umwandlungsprodukte wurde nicht unternommen, jedoch die Annahme gemacht, daß dieselben von gleicher Art waren wie das Ausgangsmaterial, also eine Substitution mit Beibehaltung des ursprünglichen Charakters der Verbindung eingetreten sei. Die Arbeiten Lemberg's wurden von St. J. Thugutt fortgesetzt.

F. W. Clarke und G. Steiger stellten Versuche unter denselben Umständen bei Anwendung trockener Salzpulver, insbesondere von Ammoniumchlorid, an. Bei allen vorgenannten Versuchen wurden auch Zeolithe als Ausgangsmaterial benutzt.

Durch hohe Temperaturen werden den früher besprochenen Untersuchungen zufolge die Zeolithe umgewandelt, indem ein wesentlicher Bestandteil, das Wasser, zum Teil entfernt, zum Teil in seiner Bindung gelockert, ferner, wie aus den Schmelzversuchen hervorgeht, auch die Konstitution des Kernes verändert wird. Somit ist hier der Ausgangspunkt nicht mehr das

ursprüngliche Mineral, sondern ein durch die hohe Temperatur entstandenes Umwandlungsprodukt. Dem Endresultat mangelt eine direkte Beziehung auf den Bau des angewandten Zeoliths.

Dagegen sind jene Versuche, die bei gewöhnlicher oder nur wenig erhöhter Temperatur von H. Eichhorn, R. Gans, Ilse Zoch[1] ausgeführt wurden, besser geeignet, hierüber einige Auskunft zu geben.

Zuerst ist es die Verschiedenheit des Verhaltens der Zeolithe gegenüber den einwirkenden Lösungen, die eine bestimmte Anordnung erlaubt. Das Austauschvermögen in bezug auf Ammoniumchloridlösung stellt sich nach den Versuchen von R. Gans und E. Zoch wie folgt:

	G.	Z.
Chabasit	0·0690	0·1052
Desmin	0·0420	0·0441
Heulandit	0·0473	0·0421
Harmotom.......	—	0·0279
Analcim	0·0036	—
Natrolith	0·0291	0·0
Skolezit.........	—	0·0

Daß einigen Zeolithen ein Austauschvermögen zukommt, das anderen fehlt, erklärt sich bei einem Blick auf die Zusammensetzung von Chabasit und Analcim:

$$\text{Chabasit } Si_4Al_2CaH_{12}O_{18} = H_4O_6Si_2 \left\{ \begin{matrix} H_2O \\ Si_2Al_2CaO_8 \\ H_2O \end{matrix} \right\} O_4H_2$$

$$\text{Analcim } Si_4Al_2Na_2H_4O_{14} = H_4O_6Si_2(Si_2Al_2CaO_8)$$

Im Chabasit, der ein großes Austauschvermögen besitzt, erscheint die Gruppe $Si_2Al_2CaO_8$ schon im Kern mit 2 Mol. Wasser verbunden, sodann mit $H_4O_6Si_2$ vereinigt, schließlich in der Sphäre der lockeren Bindung mit 2 Mol. Krystallwasser behaftet. Die bewegliche Gruppe H_2O umgibt hier das Silikat

[1] Chemie der Erde, I (1915), 219. Hier ist auch die Literatur vollständig angeführt.

gleichsam von allen Seiten und bildet mehrere Eingangspforten für die angreifende Lösung. Im Analcim, der ein sehr geringes Austauschvermögen besitzt, fehlt das Krystallwasser und der Kern ist ebenfalls frei von H_2O-Gruppen. Die Kieselsäure ist bei einem Austausch nicht beteiligt. Demnach ist hier der Zugang zum Kern erschwert.

Die Reihenfolge der Austauschvermögen erläutert sich durch die Anführung der Zusammensetzung:

		% H_2O
Chabasit $Si_4Al_2CaH_{12}O_{18}$ =	$= H_4O_6Si_2(H_4Si_2Al_2CaO_{10})O_2H_4$	21·30
Desmin $Si_6Al_2CaH_{14}O_{23}$ =	$= H_8O_{12}Si_4(H_2Si_2Al_2CaO_9)O_2H_4$	19·52
Heulandit[1] $Si_6Al_2CaH_{12}O_{22}$ =	$= H_6O_{11}Si_4(H_4Si_2Al_2CaO_{10})OH_2$	17·21
Harmotom $Si_5Al_2BaH_{10}O_{19}$ =	$= H_4O_8Si_3(H_2Si_2Al_2BaO_9)O_2H_4$	14·04
Analcim $Si_4Al_2Na_2H_4O_{14}$	$= H_4O_6Si_2(Si_2Al_2Na_2O_8)$	8·16
Natrolith $Si_3Al_2Na_2H_4O_{12}$	$= H_4O_4Si[Si_2Al_2Na_2O_8]$	9·45
Skolezit $Si_3Al_2CaH_6O_{13}$	$= H_4O_4Si[H_2Si_2Al_2CaO_9]$	13·74

Die Austauschfähigkeit erscheint in erster Linie durch die Gegenwart von Krystallwasser bedingt. Die Verbindungen ohne Krystallwasser zeigen ein minimales Austauschvermögen. Bei den ersteren Zeolithen entspricht die Reihenfolge dem Gesamtwassergehalte. Die Angabe Z., wonach Desmin > Heulandit, beruht auf mehreren übereinstimmenden Beobachtungen, die gegenteilige von G. kann auch richtig sein, da es Desmin gibt, die wasserärmer sind als manche Heulandite. Es fehlen aber die bezüglichen Analysen.

Die Zeolithe ohne Krystallwasser verhalten sich ziemlich gleich und der Skolezit zeigt, obwohl sein Wassergehalt fast

[1] Für Heulandit und Harmotom, welche bei der angenommenen Zusammensetzung als Mischungen zu betrachten sind, wurden die entsprechenden gemischten Kieselsäuren in die Formel eingesetzt.

der gleiche wie jener des Harmotoms, kein Austauschvermögen, was durch die innige Bindung des Wasserstoffes in dem Kern zu erklären ist.

Eine wichtige Beobachtung von Gans ist die Wahrnehmung, daß die krystallwasserhaltigen Zeolithe durch Behandlung mit Natronlauge so verändert werden, daß jetzt das Aluminium mit Hydroxylgruppen verbunden erscheint. Das im Desmin enthaltene Natriumsilikat hätte nach der hier angenommenen Schreibweise die unten zuerst angeführte und nach jener Einwirkung die zweite Art der Struktur

```
    Si=Al—Na        Na—Si—Al=H2
    |                   |
H—Si—Al—Na          Na—Si—Al=H2
      |
      H
```

Letztere dürfte in unveränderten Zeolithen nicht anzunehmen sein.

17. Isomorphie, Homöomorphie.

Für die sämtlichen Glieder einer isomorphen Zeolithreihe wird gegenwärtig dieselbe Grundform angenommen, obwohl die Zusammensetzung erhebliche Unterschiede aufweist. Beispiele geben die Reihen Heulandit, Desmin, Phillipsit, für welche hier die extremen Analysenresultate und je ein dazwischen liegendes Mischungsverhältnis angeführt sind.

Heulandit.[1]

Si	Al	Ca	Na	H	a : b : c	
6·72	2	0·693	0·577	11·91		
6·02	2	0·797	0·308	11·35	0·5724 : 1 : 0·4888	$\beta = 55° 36'$
5·41	2	0·662	0·672	10·12		

Desmin.

Si	Al	Ca	Na	H	a : b : c	
6·32	2	0·956	—	13·52		
5·66	2	0·894	0·383	13·12	0·7624 : 1 : 0·5969	$\beta = 50° 49'$
5·50	2	0·838	0·237	12·63		

[1] Das Achsenverhältnis nach Rinne's Aufstellung. Jahrb. f. Min., 1892, I, 12.

Phillipsit.

4·58 : 2 : 0·690 : 0·536 : 10·44		
3·95 : 2 : 0·587 : 0·679 : 8·95	0·7095 : 1 : 0·6281	$\beta = 55° 37'$
3·03 : 2 : 0·632 : 0·879 : 8·69		

Das Schwanken der Beträge für SiO_2 und H_2O zeigt an, daß mit dem Kern verschiedene Mengen von Kieselsäure verbunden sind. Es ist wohl anzunehmen, daß diese Verschiedenheit auch auf die Krystallform einen Einfluß nimmt. Wenn für jeden der analysierten Zeolithe auch das Achsenverhältnis bestimmt wäre, so dürfte sich auch ein entsprechendes Schwanken der Krystalldimensionen herausstellen. Vorläufig muß es genügen, darauf hinzuweisen, daß eine genauere Bestimmung der Krystallform bezüglich der einzelnen Mischungen noch aussteht und es der Zukunft überlassen bleibt, den Parallelismus der krystallographischen Elemente und der Zusammensetzung nachzuweisen.

Bei der Vergleichung der Formen tritt nicht selten eine Ähnlichkeit hervor, die über die Grenzen der Krystallsysteme reicht. Dieselbe gewinnt an Bedeutung, wenn auch eine Ähnlichkeit in chemischer Beziehung zu erkennen ist. Umgekehrt läßt sich dabei wahrnehmen, welche Formunterschiede auftreten, wenn bestimmte Änderungen der chemischen Zusammensetzung zu bemerken sind.

In der folgenden Zusammenstellung ist für SiH_4O_4 das Zeichen *X*, für den Kern $Si_2Al_2CaO_8$ die Bezeichnung *K*, für die entsprechenden Na-, Ba-, Sr-Verbindungen sind die Zeichen *Kn*, *Kb*, *Ks* gebraucht, für Mischungen von *K* und *Kn* das Zeichen *Km*. Das Hydratwasser und Krystallwasser sind zusammengefaßt und ist für H_2O das Zeichen *W* gesetzt. Da alle Formeln auf die gleiche Zahl von *K* berechnet sind, so erscheinen auch Bruchteile von *W*.

		a : *b* : *c*	β
Natrolith . . .	*XKn*	0·9786 : 1 : 0·3536	90° rhomb., mon.
Skolezit	*XKW*	0·9763 : 1 : 0·3433	92° 6′ mon.
Mesolith . . .	*XKm* $^1/_3$ *W*	0·9747 : 1 : 0·3122	92° trik.

		a	b	c	β	
Edingtonit . .	$XKb\,{}^5/_3 W$	0·9872 :	1 :	0·3367	90°	rhomb.
Comptonit . .	$WKm\,{}^5/_2 W$	0·9932 :	1 :	0·3355	90°	rhomb.
Gismondin . .	$WK\,3W$	0·9566 :	1 :	0·3188	90°	mon.
Laumontit . .	XKX	1·082 :	1 :	0·5896	80° 42′	mon.

Die angeführten Zeolithe mit Ausnahme des Laumontits zeigen eine Ähnlichkeit der krystallographischen Elemente, andrerseits kommt ihnen allen ein gleiches chemisches Verhalten zu, indem sie nach der Zersetzung bei gewöhnlicher Temperatur Orthokieselsäure liefern, also gelatinieren. Der Kern ist immer ein Orthosilikat und dieses ist zumeist mit Orthokieselsäure verbunden, die Kernverbindung ist meistens vom Typus $K.H_2O$. Unterschiede zeigen sich im Wassergehalte und es stellt sich heraus, daß die außer dem Kern befindlichen Mengen H_2O die Ähnlichkeit der Form nicht beeinträchtigen. Der Laumontit, in dem chemischen Verhalten den vorigen ähnlich, in der Struktur verschieden, da 2 Mol. SiH_4O_4 mit dem Kern verbunden erscheinen, weicht in der Form von jenen ab.

Die folgenden als Heulanditgruppe zusammengefaßten Zeolithe sind von ähnlicher monokliner Form.

		a	b	c	β
Mordenit	$Si_8H_8O_{20}.K.3W$	0·4009 :	1 :	0·4279	88° 30′
Heulandit . . .	$Si_4H_4O_{10}.K.3W$	0·4035 :	1 :	0·4293	88° 34′
Epistilbit	$Si_4H_4O_{10}.K.3W$	0·4194 :	1 :	0·4321	89° 20′
Brewsterit . .	$Si_4H_4O_{10}.Ks.3W$	0·4049 :	1 :	0·4204	86° 20′

Für Heulandit wurde bloß eine in mehreren Varietäten herrschende Verbindung angegeben, die auch im Epistilbit vorwiegt. Letzterer ist vom vorigen durch die Krystalltracht unterschieden.

Die nachstehend angeführten Zeolithe sind erstens jene, die als Desmingruppe bezeichnet werden, ferner die zum Chabasit gehörigen, deren trigonale Form hier als Drillingsbildung monokliner Individuen aufgefaßt wird.

		a	b	c	β	
Stellerit	$\left\{\begin{matrix} Si_6H_{12}O_{18}.K.3W \\ Si_4H_4O_{10}.K.3W \end{matrix}\right\}$	0·49	: 1 :	0·40	90°	rhomb.
Desmin	$\left\{\begin{matrix} Si_4H_8O_{12}.K.3W \\ Si_2H_4O_6.K.3W \end{matrix}\right\}$	0·4628	: 1 :	0·3811	89° 30′	mon. trik.
Harmotom	$\left\{\begin{matrix} Si_4H_8O_{12}.Kb.3W \\ Si_2H_4O_6.Kb.3W \end{matrix}\right\}$	0·5053	: 1 :	0·3516	90°	mon.
Phillipsit	$\left\{\begin{matrix} Si_2H_4O_6.K.3W \\ Si\,H_2O_3.K.3W \end{matrix}\right\}$	0·5148	: 1 :	0·3547	90°	mon.
Chabasit	$\left\{\begin{matrix} Si_4H_8O_{12}.K.4W \\ Si_2H_4O_6.K.4W \end{matrix}\right\}$	0·4630	: 1 :	0·3406	83° 31′	mon.
Gmelinit	$\left\{\begin{matrix} Si_2H_4O_6.Kn.4W \\ Si_2H_2O_5.Kn.4W \end{matrix}\right\}$	0·4571	: 1 :	0·3385	82° 23′	mon.
Levyn	$\left\{\begin{matrix} Si_2H_2O_5.K.4W \\ Si\,H_2O_3.K.4W \end{matrix}\right\}$	0·4704	: 1 :	0·3433	84° 54′	mon.

Hier zeigt sich wiederum eine große Ähnlichkeit der Krystallformen. Für die monoklinen Glieder Desmin, Harmotom, Phillipsit wurde eine neue Aufstellung benutzt und bei Anwendung von Dana's Flächenbezeichnung $c = 100$, $f = 001$, $b = 010$, $a = 10\bar{1}$, $e = 120$, $m = 12\bar{1}$ angenommen. Die Ähnlichkeit der Form mit jener der Heulanditgruppe, auf die schon Rinne hingewiesen hat, tritt jetzt deutlich hervor.

Für Chabasit und Gmelinit, an welchen Becke eine trikline Grundform bestimmte, ist hier eine monokline, die immerhin als Zwillingsbildung trikliner Individuen gedacht werden kann, angenommen. Die Berechnung fußt auf den Annahmen $e = 100$, $c = 201$, $s = 20\bar{1}$, $r' = 001$, $m = 10\bar{1}$, alle diese in derselben Zone, und $r = 120$. Nach dieser Aufstellung ergibt sich für die Chabasitgruppe, deren Kern wasserstoffreicher ist, eine nicht geringe Ähnlichkeit mit der Desmingruppe.

Es erübrigen die beiden tesseralen Zeolithe von verschiedener Zusammensetzung:

$$\text{Analcim} \begin{cases} Si_4H_8O_{12}\,.\,Kn \\ Si_2H_4O_6\ \ .\,Kn \end{cases}$$

$$\text{Faujasit} \begin{cases} Si_4H_8O_{12}\,.\,K\,.\,6\,W \\ Si_2H_4O_6\ \ .\,K\,.\,6\,W \end{cases}$$

18. Isomorphe Mischung.

Für sämtliche Zeolithe gilt nach dem vorher Gesagten das Schema

$$Z\,.\,K\,.\,\partial\, H_2O,$$

worin das letzte Glied Hydratwasser einschließlich des Krystallwassers bedeutet. Für Z kann auch H_2O eintreten. Das Glied Z bezieht sich auf die enthaltene Kieselsäure oder eine Mischung mehrerer Kieselsäuren, für welche aus der Analyse höchstens drei Koeffizienten berechnet werden können. Demnach wäre, wenn die drei Kieselsäuren mit S, S' und S'' bezeichnet werden, die allgemeine Formel:

$$p\,S\,.\,q\,S'\,.\,r\,S''\,.\,K\,.\,\partial\, H_2O,$$

worin $p+q+r = 1$.

Anstatt eine Mischung von drei Kieselsäuren anzunehmen, kann man das Resultat der Analyse auch so darstellen, daß eine isomorphe Mischung von drei Verbindungen, deren jede eine einfache Kieselsäure enthält, angenommen wird.

$$p\,(S\,.\,K\,.\,\partial\, H_2O)$$
$$q\,(S'\,.\,K\,.\,\partial\, H_2O)$$
$$r\,(S''\,.\,K\,.\,\partial\, H_2O)$$

Die Summierung ergibt den vorigen Ausdruck. Aus den Formeln der drei Verbindungen und den bezüglichen Koeffizienten kann die prozentische Menge der einzelnen Verbindungen berechnet werden. Für den Chabasit von Wassons Bluff wurde schon früher die Formel

$$\frac{1}{2}\,Si_4O_{12}H_8\cdot\frac{1}{2}\,Si_2O_6H_4\,.\,Si_2Al_2Ca\,.\,4\,H_2O$$

berechnet. Hier ist $p = q = \frac{1}{2}$ und die anzunehmenden Verbindungen hätten die Zusammensetzung:

$$Si_6Al_2CaH_{16}O_{24} \text{ und } Si_4Al_2CaH_{12}O_{18}.$$

Die prozentischen Mengen berechnen sich zu 56·7 und 43·3 Gewichtsprozenten.

Für einen Heulandit vom Berufiord ergaben sich im früheren die Verhältnisse:

$$\tfrac{1}{8}\, Si_4O_{12}H_8 \,.\, \tfrac{5}{8}\, Si_4O_{10}H_4 \,.\, \tfrac{2}{8}\, Si_2O_6H_4 \,.\, Si_2Al_2CaO_8 \,.\, 3\,H_2O\,.$$

Hier ist $p = \frac{1}{8}$, $q = \frac{5}{8}$, $r = \frac{2}{8}$ und die anzunehmende isomorphe Mischung entspricht den Zahlen:

$$\tfrac{1}{8}\, Si_6Al_2CaH_{14}O_{23}$$
$$\tfrac{5}{8}\, Si_6Al_2CaH_{10}O_{21}$$
$$\tfrac{2}{8}\, Si_4Al_2CaH_{10}O_{17},$$

wonach die prozentischen Mengen der drei Verbindungen sich mit 15, 65 und 20 Gewichtsprozenten berechnen.

19. Regelmäßige Verwachsungen.

Für die Beurteilung der Analysenresultate sind die Beobachtungen über die regelmäßige Verwachsung von Zeolithen verschiedener chemischer Zusammensetzung wichtig. Zur Erläuterung dürften zwei Beispiele genügen.

Bei der Untersuchung des Mesoliths von Bensen beobachtete der seither im Kriege gefallene Dr. R. v. Görgey die Verwachsung von Mesolith mit Natrolith[1] derart, daß beide die Zone des aufrechten Prismas und die Achse *b* gemein haben. An einer Krystallnadel, die am Grunde aus Natrolith bestand und dort mit nebenstehendem Mesolith verbunden erschien, fand Görgey als Fortsetzung der Krystallnadel Mesolith und als Endbildung wiederum Natrolith, so daß dasselbe Prisma sich als ein Wechsel beider Zeolithe darstellte.

---

[1] Tschermak's Min. u. petrogr. Mitt., her. v. Becke, 28 (1909), 77.

Aus seiner Analyse des reinen Mesoliths zog v. Görgey den Schluß, daß der Mesolith ein Doppelsalz $Si_3Al_2Na_2H_4O_{12} + 2\,Si_3Al_2CaH_6O_{13}$ sei und er hielt es für wahrscheinlich, daß hiervon abweichende Analysen sich nicht auf reinen Mesolith beziehen.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß die radialstengeligen oder -faserigen Zeolithe, welche als Mesolith angesprochen wurden, Verwachsungen der beiden Gattungen sein können und daß ohne die bis ins Einzelne gehende optische Untersuchung nicht entschieden werden kann, ob ein einfacher Zeolith, eine regelmäßige Verwachsung oder ein Gemenge vorliegt.

Das hier Gesagte bezieht sich nicht bloß auf Natrolith und Skolezit, sondern auf alle Zeolithe, die nicht genau optisch untersucht sind. Wenn schon deutliche Krystalle regelmäßige Verwachsungen verschiedener Gattungen sein können, um so mehr können Krystallaggregate regelmäßige oder zufällige Verwachsungen darstellen. Die Analysen von Aggregaten sind demnach mit Vorsicht anzuwenden. Bei der Besprechung der einzelnen Analysen werde ich darauf zurückkommen.

Ein anderer Fall wurde von Prof. J. E. Hibsch an einem Vorkommen vom Morwanberg bei Salesl, Böhmen, beobachtet und beschrieben.[1] Thomsonit und Natrolith erscheinen hier mit bestimmter Orientierung verbunden, indem die Achse *a* des ersteren mit der *c*-Achse des zweiten parallel ist, ferner die Zone $011:0\bar{1}1$ des ersten mit der Zone $110:1\bar{1}0$ des zweiten zusammenfällt. Dabei weicht die Fläche $1\bar{1}0$ des Natroliths von der Fläche 100 des Thomsonits um $1°\,14'$ ab, während die Fläche 111 des Natroliths von $01\bar{2}$ des Thomsonits bloß um 6 Minuten abweicht. Für den Thomsonit wird gewöhnlich das Verhältnis $Si_2Al_2CaH_5$ und für das begleitende Na-Silikat $Si_2Al_2Na_2H_5$ angenommen. Für Natrolith gilt $Si_3Al_2Na_2H_4$. Die Mehrzahl der Thomsonitanalysen ist an Aggregaten ausgeführt, die optisch nicht geprüft werden. Sie ergeben oft $Si > 2$. Demnach ist hier die Vermutung nicht

[1] Tschermak's Min. u. petr. Mitt., her. v. Becke, 34 (1917), 196.

unberechtigt, daß bisweilen eine Verwachsung von Thomsonit mit Natrolith das Material für die Analyse geliefert habe.

An die regelmäßige Verwachsung von Mesolith und Natrolith erinnert jene bekannte von Chabasit und Gmelinit mit parallelen Hauptachsen. Auch diese beiden sind wesentlich nur durch den Natriumgehalt, der im Gmelinit überwiegt, unterschieden.

Systematisch-faunistische Studien über Blindkäfer

Weitere Beiträge zur Höhlen- und Subterranfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel

Von

Prof. Dr. Josef Müller in Wien

(Mit 3 Tafeln und 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Juni 1917)

Nachstehende Arbeit bildet die Fortsetzung der mit Unterstützung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien aus dem Legate Scholz unternommenen Studien über die osteuropäische Höhlen- und Subterrantfauna.[1]

Mit Ausnahme der nur in zwei Exemplaren [coll. Breit (Wien) und coll. Klimesch (Sinj)] bekannten *Anisoscapha Klimeschi* wurden sämtliche Typen der nachfolgend beschriebenen neuen Formen dem Wiener Hofmuseum einverleibt, dessen reichhaltige Sammlungen mir auch diesmal durch das Entgegenkommen des Herrn Kustosadjunkten Dr. Karl Holdhaus zur Verfügung standen. Vom königl. zoolog. Museum in Berlin erhielt ich durch Herrn Prof. H. J. Kolbe die einzige daselbst aufbewahrte Type des lange verschollenen *Trechus amabilis* Schauf. Viele seltene Arten, darunter nicht wenige Typen, wurden mir von Herrn

---

[1] Vgl. meine erste Mitteilung (»Zur Kenntnis der Höhlen- und Subterranfauna von Albanien, Serbien, Montenegro, Italien und des österreichischen Karstgebietes«) in diesen Sitzungsberichten, Bd. CXXIII, 1914, Abt. I, p. 1001 bis 1031.

J. Breit (Wien) aus seiner ungemein artenreichen und mustergültig gepflegten Sammlung (vereinigte Sammlungen Breit-Moczarski-Winkler) zur Untersuchung anvertraut. Einige neue Formen wurden mir von den Herren Dr. Marijan Grabowski (Laibach), J. Klimesch (Sinj), Dr. F. Rambousek (Prag) und A. Winkler (Wien) zur Beschreibung vorgelegt. Allen den genannten Herren sage ich für ihre wertvolle Unterstützung meinen besten Dank.

I. Über einige blinde Trechusarten.

Trechus (Duvalius) macedonicus sp. n.

Rötlichgelb, glänzend, nicht pubeszent. Der Kopf schmäler als der Halsschild, mit vollständigen, scharfen Stirnfurchen und ziemlich stark gewölbten, kahlen Schläfen. Augenrudimente sehr deutlich, als scharf umgrenzte, quer-ovale, weißliche Feldchen, mit Spuren einer Facettierung, ausgebildet; die Ränder dieser Augenrudimente sind von schwarzem Pigment umsäumt.

Die Fühler halb so lang als der Körper, das zweite Glied kürzer als das erste, das dritte etwa $1^1/_3$ mal so lang und das vierte nur wenig länger als das zweite, die beiden vorletzten Glieder etwa doppelt so lang als breit.

Der Halsschild quer-herzförmig, an der Basis etwas breiter als am Vorderrand, im vorderen Drittel ziemlich stark und in fast gleichmäßiger Rundung erweitert, nach hinten fast bis zu den großen Hinterecken stark verengt, diese etwa ein Fünftel der Halsschildlänge einnehmend, spitzwinkelig, mit fast geraden, nach hinten leicht divergierenden Seitenrändern und gerade abgestutztem oder kaum ausgebuchtetem Basalrand. Die Mittellinie des Halsschildes stark furchenartig vertieft. Der Seitenrand nicht überall gleichbreit aufgebogen, da die Seitenrandkehle nicht vollkommen parallel mit ihm verläuft; sie ist vielmehr an zwei Stellen, unmittelbar vor der Basis und im vorderen Drittel vom Seitenrand am weitesten entfernt, so daß sich ihr Verlauf, von der Basis angefangen, folgendermaßen gestaltet: zunächst mit dem Seitenrand, soweit die Hinterecken nach vorn reichen, konvergierend, dann gegen

die Stelle der stärksten Rundung (an der vorderen Marginalseta) allmählich vom Seitenrande divergierend und noch weiter nach vorn, gegen die Vorderecken, dem Seitenrande meist wieder ein wenig genähert. Die Vorderecken selbst sind einfach, d. h. nicht oder kaum lappenartig vorspringend. Die Scheibe des Halsschildes innen nur äußerst zart, wenig deutlich, mikroskopisch genetzt.

Die Flügeldecken ziemlich kurz oval, oben flachgedrückt, meist hinter der Mitte am breitesten; ihre Oberfläche zwischen den Punktstreifen fast glatt, nur mit schwer erkennbarer, äußerst feiner und dichter Querriefung. Die Schultern der Anlage nach stumpfwinklig, jedoch an der Spitze ziemlich stark verrundet. Die Punktstreifen vollzählig, der sechste und siebente allerdings sehr fein und hinten erloschen; die inneren Streifen ziemlich kräftig ausgebildet, jedoch nur fein und dicht punktiert; die beiden innersten Streifen mit dem Nahtrand und unter sich nach hinten konvergierend, der Nahtzwischenraum an der Basalhälfte flach, gut doppelt so breit als vor der Spitze. Von den drei borstentragenden Dorsalpunkten ist der mittlere etwas vor der Flügeldeckenmitte gelegen und steht dem postbasalen Borstenpunkt erheblich näher als dem präapikalen. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ist nach vorne über das Niveau des letztgenannten Borstenpunktes verlängert, wird dann allmählich feiner und seichter und geht meist deutlich in den fünften Dorsalstreifen über. Die vier vordersten Punkte der Series umbilicata sind voneinander gleichweit entfernt und bilden eine mit dem Seitenrande ziemlich parallele Reihe.

An den männlichen Vordertarsen sind die beiden ersten Glieder erweitert und am inneren Apikalwinkel zahnförmig vorgezogen; das erste Glied ist wie gewöhnlich größer als das zweite, kaum länger als breit.

Länge: 5 bis 5·2 *mm.*

Fundort: Peristerigebirge bei Bitolia, unter Steinen. Von Dr. F. Rambousek (Prag) kurz vor Kriegsausbruch zusammen mit *Trechus (Duvalius) peristerisus* m. (diese Sitzungsberichte, Bd. CXXIII, p. 1008) entdeckt.

In meiner *Duvalius*-Tabelle (Revis. d. blinden *Trechus*-Arten d. Ostalpen u. Balkanhalbinsel, 1913, p. 23 ff.) wäre diese Art neben *Ghidinii* und *treskavicensis* einzureihen. Durch den flachen Körperbau und die großen schwarz geränderten Augenrudimente eher mit *Ghidinii* übereinstimmend, weicht sie von dieser norditalienischen Art durch die großen stark nach außen gerichteten Hinterecken des Halsschildes, die breite Halsschildbasis und die weniger groben Punktstreifen der Flügeldecken bedeutend ab. Durch die großen. stark spitzwinkelig nach außen vortretenden Hinterecken des Halsschildes in Verbindung mit der breiten, geraden Halsschildbasis entfernt sich unsere neue Art vom Peristeri von allen bisher bekannten unbehaarten *Duvalius*-Arten der Ostalpen und der Balkanhalbinsel mit drei Borstenpunkten am dritten Flügeldeckenstreifen.

Mit Rücksicht auf die seit Erscheinen meiner *Trechus*-Arbeit zugewachsenen *Duvalius*-Arten der Balkanhalbinsel muß die Tabelle auf p. 14 und 15 von Leitzahl 8 bis 10 folgendermaßen ergänzt beziehungsweite abgeändert werden:

8. Arten von 3·5 *mm* Länge . . . . 8 *a*.
— Arten von 3·8 bis 5·2 *mm* Länge (Schläfen kahl; Augenrudimente deutlich) . . . . 9.

8 *a*. Schläfen fein mikroskopisch behaart. Augenrudimente undeutlich. Halsschild quer, vor den Hinterecken nur sehr schwach ausgeschweift. — Südtirol (Monte Pari) und Bergamasker Alpen (Val Seriana) . . . .
2. *knauthi* Ganglb.
— Schläfen fast kahl, nur bei starker mikroskopischer Vergrößerung mit einzelnen winzigen Härchen versehen. Augenrudimente deutlich. Halsschild stark herzförmig. — Peristerigebirge bei Monastir . . . .
2 *a*. *peristerisus* J. Müll.

9. Hinterecken des Halsschildes groß, spitzwinkelig und nur nach außen gerichtet, die Basis gerade abgeschnitten und etwas breiter als der Vorderrand. Flüdeldecken flach, breitoval. — Peristerigebirge bei Monastir. Länge 5 bis 5·2 *mm*. . 6 *a*. *macedonicus* J. Müll.

— Hinterecken des Halsschildes spitzwinkelig, nach außen und hinten vortretend, die Basis innerhalb derselben mit einem flachwinkeligen Einschnitt, der Basalrand schmäler als der Vorderrand. Flügeldecken langgestreckt, fast parallelseitig. Länge: 3·8 bis 4·2 *mm.* — Herzegowina und Südostbosnien (Velež, Volujak, Maglić)........... 8. *Speiseri* Ganglb.

— Hinterecken des Halsschildes scharf rechtwinkelig, nicht deutlich nach außen vortretend; Basalrand höchstens so breit als der Vorderrand............ 9 *a*.

9 *a*. Halsschild schmäler, im vorderen Drittel am breitesten, von da an nach hinten fast geradlinig verengt, vor den Hinterecken nur äußerst schwach ausgebuchtet. Flügeldecken etwas gestreckter, der Schulterwinkel schmäler verrundet als bei den folgenden Arten. Länge: 4·7 *mm.* — Thessalien (Pelion).........
7 *a*. *Moczarskii* Breit.

— Halsschild breiter, deutlich herzförmig, vor der Mitte in viel breiterer Rundung erweitert, nach hinten in flacher, fast gleichmäßiger Rundung verengt, vor den Hinterecken deutlich ausgebuchtet. Flügeldecken kürzer, der Schulterwinkel breiter verrundet ...... 10.

Über Trechus (Neotrechus) amabilis Schaufuß und Blühweissi Hoffmann.

Durch die Güte des Herrn Prof. H. J. Kolbe (Berlin) konnte ich im Vorjahre die einzige vorhandene Type des *Trechus amabilis* Schauf. untersuchen und feststellen, daß es sich um eine *Neotrechus*-Art handelt, deren genaue Beschreibung ich in einem Nachtrag zu meiner »Revision der blinden Trechen« zu veröffentlichen gedenke. Hier möchte ich nur erwähnen, daß die in der Literatur vorhandene Angabe, daß das umgebogene Ende des Nahtstreifens bei *amabilis* parallel mit der Naht direkt zum Präapikalpunkt der Flügeldecken verläuft, auf einer ungenauen Beobachtung beruht. Tatsächlich verläuft bei der Type des *Tr. amabilis* das umgebogene Ende des Nahtstreifens nach einer schwachen S-förmigen Krümmung in den fünften Dorsalstreif. An der Übergangsstelle des um-

gebogenen Nahtstreifens in den fünften Dorsalstreif ist eine grubenartige Vertiefung vorhanden, welche eventuell einen Präapikalpunkt vortäuschen könnte; dieser liegt aber weiter innen, und zwar wie gewöhnlich, im Verlauf des zweiten Dorsalstreifens.

Über den Originalfundort der von Erber stammenden Type ist leider nichts bekannt. Wohl kann ich aber den genauen Fundort einer Serie von Exemplaren bekanntgeben, die ich nach gründlicher Untersuchung von *amabilis* wenigstens spezifisch nicht unterscheiden kann. Dieselben wurden von J. Klimesch (Sinj) und A. Winkler (Wien) im Svilajagebirge in Zentraldalmatien, nordöstlich von Spalato, teils im Buchenlaub unter Steinen, teils in einer Höhle (Vukomanova golubačna peč, oberhalb Otišić, zirka 900 *m* Seehöhe) gesammelt.

Mit *Tr. amabilis* äußerst nahe verwandt ist *Tr. Blühweissi* Hoffmann (Coleopt. Rundschau, 1913, 167) aus der Kraljeva pečina bei Dugopolje östlich von Spalato in Zentraldalmatien. Er unterscheidet sich von *amabilis* durch geringere Durchschnittsgröße, gewölbtere, meist deutlich backenartig vortretende Schläfen, länger abgesetzte Hinterecken und von der Basis etwas weiter abgerückte hintere Marginalseta des Halsschildes, im Verhältnis zum Vorderkörper kleinere, innen stärker gestreifte Flügeldecken sowie durch die Mikroskulptur derselben, welche nicht den Eindruck einer Querriefung (wie bei *amabilis*), sondern eines quermaschigen, unregelmäßigen Netzwerkes erweckt (ex typis!).

Beide Arten, *amabilis* und *Blühweissi*, sind am ehesten mit *Trechus Ganglbaueri* aus dem Velebitgebirge verwandt, mit dem sie im allgemeinen Habitus, Größe, Färbung, Fühler- und Beinlänge, Lage der drei borstentragenden Dorsalpunkte der Flügeldecken sowie des ersten Punktes der Series umbilicata übereinstimmen. *Trechus Blühweissi* speziell nähert sich auch durch die länger abgesetzten Hinterecken des Halsschildes und die von der Basis weiter abgerückte hintere Marginalseta desselben sehr dem *Ganglbaueri*, ohne jedoch die diesem eigene, extreme Ausbildung dieser Merkmale zu erreichen.

Trechus (Anophth.) Schmidti ljubnicensis subsp. n.

Wenig größer aber breiter als der typ. *Schmidti* von Luegg, namentlich die Flügeldecken des ♂ breiter und gewölbter, die des ♀ vor allem matter. Der Halsschild vorn stärker gerundet erweitert als bei typ. *Schmidti*, etwas breiter als lang, vor den scharf rechtwinkeligen Hinterecken deutlich ausgeschweift. Die Flügeldeckenstreifen infolge der breiteren Flügeldecken weniger dicht gedrängt als bei *Schmidti*, zugleich auch etwas feiner und seichter.

Durch Form und Wölbung der Flügeldecken an *Schmidti insignis* vom Tarnowaner Wald bei Görz erinnernd, jedoch etwas kleiner, der Kopf im Verhältnis zum Halsschild schmäler, dieser vor der Mitte in starker Rundung erweitert, nach hinten deutlicher ausgeschweift, die Schulterecke stärker verrundet und der Seitenrand der Flügeldecken hinter den Schultern nicht deutlich eingezogen; schließlich die weiblichen Flügeldecken weniger glänzend und am Rücken etwas flachgedrückt.

Von dem im weiblichen Geschlecht mit matten Flügeldecken versehenen *Schmidti opacipennis* aus der Pasica-Höhle am Krimberg schon durch bedeutendere Größe und die viel stärkere Wölbung der Flügeldecken leicht zu unterscheiden.

Länge: 6·5 *mm*.

Fundort: Kevderca-Höhle am Ljubnik, bei Bischoflack in Krain. Zuerst von Herrn Obergeometer Alfons R. v. Gspan gefunden (16. Mai 1912, 1 ♂), später daselbst auch von meinem Freunde Dr. Hans Springer gesammelt, der mir drei am 28. Oktober 1916 erbeutete Stücke zur Beschreibung vorlegte.

Über Trechus pubens Bedel als Vertreter einer eigenen Untergattung (Haplotrechus subg. nov.).

Als ich meine Revision der blinden *Trechus*-Arten der Ostalpen und der Balkanhalbinsel (1913) schrieb, lagen mir von *Trechus pubens* nur zwei alte, weibliche Exemplare vor, die aus dem Jahre 1869 stammten und von Robić in Krain

gesammelt wurden. Am Halsschild konnte ich weder die hintere noch die vordere Seitenrandborste wahrnehmen und auch die entsprechenden Borstenpunkte schienen zu fehlen.

Inzwischen ist diese lange verschollene Art von den Herren Revierförster A. Haucke und Obergeometer A. R. v. Gspan in einer Höhle bei Planina in wenigen Exemplaren wieder gefunden worden. Wie ich an diesen Stücken sehe, fehlen tatsächlich bei *Tr. pubens* beide Marginalborsten, wodurch sich diese Art nicht nur von der Untergattung *Anophthalmus* s. str. sondern überhaupt von allen Trechen unterscheidet. Ich sehe mich daher veranlaßt, für *Trechus pubens* eine eigene Untergattung zu gründen, die ich ***Haplotrechus*** benenne. Das ♂ hat zwei erweiterte Vordertarsenglieder, wie die echten Anophthalmen; jedoch haben diese beide Marginalborsten des Halsschildes wohl entwickelt und eine breitere Seitenrandkehle des Halsschildes als *Trechus pubens.*

II. Neue blinde Silphiden aus Krain, Dalmatien und Bosnien.

Proleonhardella Matzenaueri Ottonis subsp. nova.

(Taf. III, Fig. 19.)

In der Größe zwischen *Proleonhardella Matzenaueri* Apfb. und *Leonhardi* Breit in der Mitte stehend. Von der typischen *Matzenaueri* durch schmäleren Halsschild, breitere, in der Mitte deutlich erweiterte und daher ihre Maximalbreite weiter hinten aufweisende Flügeldecken, den dadurch nach vorne stärker verjüngten Gesamtumriß des Körpers,[1] geringere Größe sowie zartere und schlankere Schienen verschieden. Von *Leonhardi* durch etwas größeren, nach vorne meist stärker verjüngten Körper, kürzere Hintertarsen, sowie durch den Körperumriß differierend, der bei *Ottonis* zwischen Halsschild und Flügeldecken einen deutlich einspringenden Winkel bildet, während bei *Leonhardi* die Seitenrandskrümmung des Halsschildes fast in einer Flucht in jene der Flügeldecken übergeht.[1]

---

[1] Um die Unterschiede im Körperumriß und Halsschildbreite wahrzunehmen, wolle man stets Exemplare gleichen Geschlechtes vergleichen!

Ferner ist bei *Ottonis* das fünfte Fühlerglied länger als das vierte und sechste und mindestens so lang als das dritte. Bei *Leonhardi* sind dagegen das vierte, fünfte und sechste Fühlerglied etwa gleich lang, das dritte hingegen deutlich länger und schlanker als das fünfte.

Die Sexualcharaktere an den Beinen und Fühlern genau wie bei *Pr. Matzenaueri* und *Leonhardi*, d. h. die männlichen Vordertarsen viergliedrig und nur äußerst schwach erweitert, die männlichen Fühler schlanker, ihre beiden vorletzten Glieder quadratisch.

Länge: 1·8 bis 2 *mm*.

Fundort: Eine Höhle auf der Igman-planina bei Sarajevo.

Mir lag eine Serie von Exemplaren dieser Art vor, die im Wiener Hofmuseum mit *Pr. Matzenaueri* vermengt waren. Sie stammen von Otto Leonhard in Dresden, dem ich diese neue Rasse ehrfurchtsvoll widme.

Die bisher bekannten echten *Proleonhardella*-Arten lassen sich dichotomisch in folgender Weise auseinanderhalten:

1. Das dritte Fühlerglied deutlich länger und schlanker als das fünfte, dieses nicht länger als das sechste 2.
— Das dritte Fühlerglied etwa so lang oder kürzer als das fünfte, dieses meist deutlich länger als das sechste .... 3.
2. Kleinste, gedrungenste Art von höchstens 1·5 *mm* Länge, Halsschild an der Basis am breitesten, von da an nach vorne verengt, Seitenrand der Flügeldecken hinter den Schultern nicht ausgeschweift. Schienen, Tarsen und die mittleren Fühlerglieder auffällig zart und dünn. — Treskavica planina (Bosnien) ....1. *Leonhardi* Breit.
— Mindestens 2 *mm* lange, gestrecktere Arten. Entweder die Beine und Fühler kräftiger gebaut (*Matzenaueri*) oder der Halsschild auch gegen die Basis etwas eingezogen und der Seitenrand der Flügeldecken hinter den Schultern deutlich ausgeschweift (*Neumanni*) .... 3.

3. Flügeldecken kürzer, ihr Seitenrand hinter den Schultern nicht oder kaum erkennbar ausgebuchtet. Halsschild meist von der Basis an im Bogen nach vorne verengt.......................... 4.

— Flügeldecken gestreckter, ihr Seitenrand hinter den Schultern deutlich ausgebuchtet, die Schulterecke daher stark vorspringend. Halsschild oft vor der Basis schwach gerundet erweitert und dann erst nach vorne verengt. Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften tiefer ausgerandet als bei allen übrigen Arten. — Podromanja (Bosnien). Länge: 2 bis 2·2 *mm*....................3. *Neumanni* Apfb.

4. Durchschnittlich größere Form mit relativ breiterem Halsschild; die Flügeldecken gegen die Schultern nur äußerst schwach verengt, die Basis daher breiter und die Schulterecken schärfer markiert; die Schienen meist kräftiger gebaut. Länge: 2 bis 2·2 *mm*. — Bjelašnica.....................2. *Matzenaueri* Apfb.

— Meist kleinere Form mit relativ schmälerem Halsschild; Flügeldecken in der Mitte stärker erweitert, gegen die Schultern deutlicher und meist in stärkerer Krümmung verengt, die Basis daher schmäler und die Schulterecken stumpfer; die Schienen stets zart und schlank. Länge: 1·8 bis 2 *mm*. — Igman planina bei Sarajevo (Bosnien)................
2 *a*. *Matzenaueri Ottonis* J. Müll.

Proleonhardella (Anisoscapha subgen. nov.) **Winkleri** spec. nova.

(Taf. II, Fig. 7 und 13)

Rötlichgelb, oval, mäßig gewölbt, auf der Oberseite anliegend gelb behaart.

Der Kopf augenlos, von der stumpfen Scheitelrandkante[1] bis zum Vorderrand der Oberlippe kaum länger als breit.

[1] Die Scheitelkante ist nur bei etwas vorgestrecktem Kopfe sichtbar, da sie sich sonst an den Vorderrand des Halsschildes innig anschmiegt.

Die Fühler etwa halb so lang als der Körper; die beiden Basalglieder langgestreckt und gleich dick, aber verschieden lang, indem das zweite etwas länger ist als das erste; das dritte Glied viel kürzer und etwas schmäler als das zweite, mindestens doppelt so lang als breit; das vierte noch kürzer als das dritte, etwa anderthalbmal so lang als breit; das fünfte etwas länger, fast genau so groß wie das dritte; das sechste wieder erheblich kürzer, etwa so lang als das vierte, aber etwas dicker als dieses.[1] Die letzten fünf Glieder bilden eine durch das kleinere achte Glied unterbrochene, ziemlich deutlich abgesetzte Keule; das erste Glied derselben (siebentes Fühlerglied) ist gegen das Ende kegelförmig erweitert und etwas länger als am Ende breit; das achte Fühlerglied meist schwach quer, etwas schmäler und kaum halb so lang als das siebente; das neunte und zehnte wieder breiter, ebensobreit, aber etwas kürzer als das siebente, jedes einzelne schwach quer; das Endglied fast ebensobreit als das vorletzte, aber langgestreckt, etwas länger als die beiden vorhergehenden Glieder zusammengenommen, gegen die Spitze allmählich verengt.

Der Halsschild (mit dem eingelegten Kopf zusammen) fast halbkreisförmig, an der Basis etwas mehr als doppelt so breit als in der Mittellinie lang, von da an nach vorne in fast gleichmäßiger Rundung ziemlich stark verengt; die Basis innerhalb der schwach nach hinten gezogenen Hinterecken sanft ausgebuchtet. Bei seitlicher Betrachtung erscheint der Seitenrand des Halsschildes leicht nach unten konkav. Die haartragenden Punkte des Halsschildes sind äußerst fein; zwischen dieser feinen Punktierung ist die Oberfläche des Halsschildes mikroskopisch chagriniert und daher wenig glänzend.

Die Flügeldecken sind kaum anderthalbmal so lang als etwa im vorderen Drittel breit, von da an gegen die

[2] Dieses charakteristische Alternieren der Fühlerglieder drei bis sechs nach ihrer Länge, so zwar, daß das dritte und fünfte Glied länger, das vierte und sechste dagegen kürzer sind, tritt nicht bei allen Exemplaren gleichmäßig scharf hervor und unterliegt so wie die Fühlerbildung der meisten blinden Silphiden überhaupt, gewissen individuellen Schwankungen.

stumpfwinkeligen, etwas verrundeten Schulterecken nicht oder nur sehr schwach, dagegen nach hinten ziemlich stark, in gleichmäßiger Krümmung verengt und an der Spitze, welche das Abdominalende gewöhnlich bedeutend überragt, recht verschieden gestaltet. Beim ♂ sind nämlich die Flügeldecken gegen das Ende gemeinschaftlich gerundet-zugespitzt, mit einfachem Nahtwinkel. Beim ♀ hingegen ist ihre Spitze mehr oder weniger stark kahnförmig ausgezogen, wobei entweder die beiden Spitzen fast gar nicht oder durch das deutlich klaffende Nahtende getrennt sind (Taf. II, Fig. 13). Die Punktierung der Flügeldecken ist in der Basalhälfte dicht, ziemlich fein und bildet wenig deutliche, wellige Querreihen; nach hinten wird sie allmählich gröber, schütterer und durchwegs unregelmäßig. Ein Nahtstreif fehlt, so daß die Apikalhälfte der Flügeldecken bei starker Lupenvergrößerung wie mit zahlreichen Grübchen besät erscheint.

Das Prosternum ist hinter den Vorderhüften äußerst kurz, sein Hinterrand in der Mitte winkelig eingeschnitten.

Das Mesosternum (Taf. II, Fig. 13) von den Episternen sowie diese von den Epimeren der Mittelbrust durch deutliche Nähte getrennt. Der Mesosternalkiel hoch, sein Ventralrand, im Profil betrachtet, gerade und vorne in einfacher Rundung (also ohne deutliche Zahnbildung) in den stark konvexen Vorderrand übergehend. Von der ventralen Seite aus betrachtet, erscheint der untere (ventrale) Rand des Mesosternalkieles im vorderen Viertel scharf lamellenartig komprimiert, dann aber erweitert er sich zu einer langgestreckten, lanzettlichen Fläche, welche der Länge nach deutlich ausgehöhlt ist und jederseits scharf umrandet erscheint. Nach hinten reicht der Mesosternalkiel mit dieser lanzettlichen Fläche bloß über die Basis des Metasternums, von dem er nicht deutlich abgegrenzt ist.

Das Metasternum (Taf. II, Fig. 13) in der Mittellinie nicht gekielt; sein Interkoxalfortsatz (zwischen den relativ weit auseinander gelegenen Hinterhüften) am Ende in breitem Bogen ausgerandet.

Die Beine kurz. Die Vorderschenkel unter dem Halsschild vollkommen einlegbar. Die Vorderschienen schwach nach außen, die Mittelschienen nach innen gekrümmt, die Hinterschienen gerade. Sämtliche Schienen am Außenrande nicht deutlich beborstet, also auch die Vorderschienen ohne regelmäßige Reihe starrer Börstchen. Die Vordertarsen in beiden Geschlechtern viergliedrig und einfach, das erste Glied so lang als das letzte, die beiden mittleren viel kürzer und ebenfalls gleich lang. Die Hintertarsen etwas kürzer als die Hinterschienen, ihr erstes Glied etwas länger als das letzte, das zweite, dritte und vierte viel kürzer und gleich lang.

Der männliche Kopulationsapparat (Taf. II, Fig. 7) etwas mehr als ein Drittel so lang als der Körper.[1] Der Penis in der Dorsalansicht ziemlich gleich breit, nur im apikalen Drittel jederseits leicht ausgebuchtet, das breite Ende ist auf der Dorsalseite fast gerade abgestutzt, auf der Ventralseite hingegen dreieckig vorgezogen und stark abwärts gekrümmt. Von oben betrachtet überragt der dreieckige Endlappen der Ventralfläche die apikale Abstutzung der Dorsalfläche. Von der Seite betrachtet erscheint der Dorsalrand des Penis schwach S-förmig gekrümmt, der Ventralrand doppelt ausgebuchtet. Die Parameren liegen dem Penis eng an; nur im Apikalteil divergieren sie ein wenig und tragen je drei etwas gekrümmte Borsten, wovon zwei am Ende stehen und nach hinten divergieren, während die dritte vor dem Ende der Parameren auf deren Unterseite entspringt und nach unten gerichtet ist.

Die Vaginalpalpen des ♀ sind 0·17 *mm* lang und mit vier langen Borsten versehen, wovon eine im Basalteile und drei im Apikalteil entspringen.

Länge des Körpers (bei eingezogenem Kopf): 1·8 bis 2 *mm.*

Die Unterschiede zwischen dieser neuen dalmatinischen Art und der bosnischen *Proleonhardella Matzenaueri* sind folgende:

---

[1] Die genaue Messung des Kopulationsapparates eines 1·8 *mm* langen ♂ ergab eine Länge von 0·68 *mm.*

Der Halsschild ist bei *Proleonhardella Winkleri* so breit, bei *Matzenaueri* hingegen deutlich schmäler als die Flügeldecken. Dadurch erscheint der Körperumriß der letztgenannten Art nach vorne stärker verjüngt. Auch sind die Halsschildseiten bei *P. Matzenaueri* bei seitlicher Betrachtung vor den Hinterecken stärker ausgebuchtet und dadurch der ganze Seitenrand deutlicher ∽-förmig geschwungen. Ferner ist die Skulptur der Oberseite recht verschieden. Bei *Matzenaueri* sind Kopf und Halsschild sehr deutlich und äußerst dicht, die Flügeldecken etwas gröber und fast überall gleichmäßig dicht punktiert ohne irgendwelche Andeutung von Querreihenbildung. *P. Winkleri* hat hingegen einen nur äußerst fein und wenig dicht punktierten Vorderkörper und namentlich hinten viel gröber, vorne bisweilen etwas querreihig punktierte Flügeldecken. Die Flügeldecken von *P. Matzenaueri* sind am Ende einzeln gerundet; bei *Winkleri* hingegen der Anlage nach gemeinschaftlich spitz zugerundet oder gar (beim ♀) kahnförmig vorgezogen. Der Mesosternalkiel ist bei *Matzenaueri* überall einfach lamellenartig, während er bei *Winkleri* vom ersten Drittel angefangen nach hinten lanzettlich erweitert, der Länge nach gefurcht und jederseits scharf gerandet erscheint. Das erste Fühlerglied von *P. Winkleri* ist zwar ebenfalls kürzer als das zweite, jedoch ist der Längenunterschied der beiden Glieder geringer als bei *Matzenaueri*. Diese hat auch kürzere Vordertarsen und ihr Basalglied ist beim ♂ schwach erweitert; bei *Winkleri* sind die Vordertarsen länger und in beiden Geschlechtern durchaus einfach. Die Mittelschienen sind bei *Matzenaueri* am Außenrand fein bedornt, während bei *Winkleri* sämtliche Schienen am Außenrand keine deutlichen Dörnchen besitzen. Endlich ist der Penis von *P. Matzenaueri* viel kürzer und plumper als bei *Winkleri*.

Ein biologischer Unterschied dieser beiden Arten liegt darin, daß *Proleonhardella Matzenaueri* der cavernivolen und *Winkleri* der terrivolen Fauna angehört.

Einen genauen Vergleich von *Anisoscapha Winkleri* mit den übrigen bosnischen *Proleonhardella*-Arten (*Leonhardi*

Breit und *Ottonis* J. Müll.) halte ich für überflüssig. Der gefurchte Mesosternalkiel von *Anisoscapha* allein genügt schon zur sofortigen Unterscheidung.

Verbreitung und Lebensweise. — *Proleonhardella Winkleri* wurde Ende Mai 1914 von den Herren A. Winkler (Wien) und J. Klimesch (Sinj) in der Buchenwaldregion des Svilajagebirges (Zentraldalmatien) unter tief eingebetteten Steinen auf feuchtem Lehmboden und Humus entdeckt und einiger Anzahl gesammelt. Für die gütige Überlassung eines Pärchens sowie für die Erlaubnis diese Art beschreiben zu dürfen, sage ich Herrn Winkler meinen besten Dank.

Systematische Stellung. — Diese neue Art zeigt in mancher Hinsicht, besonders was den Bau des Mesosternalkieles und die auffällige Bildung der Flügeldeckenspitzen betrifft, so eigentümliche Charaktere, daß ich zunächst in ihr ein eigenes neues Genus zu erblicken glaubte und dies umso mehr als sie sich mit keinem der übrigen in Dalmatien vorkommenden Gattungen der *Bathysciinae* vereinigen ließ. Nach genauer, vergleichender Untersuchung sämtlicher Merkmale mit Rücksicht auf alle übrigen Bathysciinengenera, stellte sich aber doch eine ziemlich nahe Verwandtschaft der vorliegenden Art mit der bosnischen Gattung *Proleonhardella* heraus, so daß es mir jetzt richtiger erscheint, die dalmatinische Art der Gattung *Proleonhardella* zuzuweisen und sie von den bosnischen Arten bloß subgenerisch unter dem Namen *Anisoscapha* abzutrennen.

Die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen von *Anisoscapha* zu *Proleonhardella* gehen aus folgender Aufzählung der gemeinsamen Merkmale hervor:

1. Das zweite Fühlerglied ist etwas länger als das erste; das dritte bis sechste Glied wechseln meistens in der Länge ab, so zwar, daß das dritte und fünfte Glied etwas länger sind als das vierte und sechste.

2. Der Halsschild ist viel breiter als der Kopf und nicht oder nur wenig schmäler als die Flügeldecken, nach vorne in starker, fast gleichmäßiger Rundung verengt, an der Basis oder kurz vorher am breitesten.

3. Die Flügeldecken sind mindestens so lang als das Abdomen, ohne Nahtstreif, einfach behaart.

4. Der Mesosternalkiel ist hoch, nach hinten die Basis des Metasternums kaum überragend. Letzteres flach gewölbt, in der Mitte ungekielt.

5. Der Interkoxalfortsatz des Metasternums (zwischen den Hinterhüften) ist auffällig breit und am Hinterrande bogenförmig ausgeschnitten.[1]

6. Die Beine sind kurz, die Vorderschenkel unter den Halsschild vollkommen einlegbar. Die Vorderschienen am Außenrand ohne Borstenreihe. Die Vordertarsen in beiden Geschlechtern viergliedrig.

7. Der Penis ist ziemlich gleichbreit, der Apikalteil in der Mitte kurz dreieckig oder lappenartig vorgezogen und nach unten gekrümmt. Die Basalplatte des Penis mit einem medianen, randständigen Anhängsel.[2] Die Parameren am Ende mit drei Borsten. —

Als subgenerische Unterschiede von *Anisoscapha* gegenüber *Proleonhardella* s. str. fasse ich auf:

1. den Bau des Mesosternalkieles (bei *Anisoscapha* unten breit gefurcht, bei *Proleonhardella* einfach scharfkantig);

2. die Skulptur der Flügeldecken (bei *Anisoscapha* wenigstens teilweise querrissig, bei *Proleonhardella* unregelmäßig punktiert);

3. die Mittelschienen, die bei *Anisoscapha* nur behaart, bei *Proleonhardella* auch fein beborstet sind;

4. die männlichen Vordertarsen, die bei *Anisoscapha* durchaus einfach, bei *Proleonhardella* schwach erweitert sind;

5. die Lebensweise (*Anisoscapha* terrikol, *Proleonhardella* cavernikol).

---

[1] Bei vielen anderen Höhlensilphiden von bathyscioidem Habitus sind die Hinterhüften einander stärker genähert. daher der Interhoxalfortsatz des Metasternums schmal und am Ende winkelig eingeschnitten.

[2] Ein derartiges Anhängsel findet sich meines Wissens nur noch bei *Speonesiotes* Jeann. Bei dieser Gattung besitzen jedoch die Vorderschienen an der Außenkante eine dichte Borstenreihe.

Der Gattung *Proleonhardella* i. w. S. möchte ich auf Grund der Untersuchung einer Type[1] auch *Bathyscia Adolphi* zuweisen, für die von Breit das Genus *Pholeuonillus* aufgestellt wurde. Alle die oben genannten gemeinsamen Charaktere von *Proleonhardella* und *Anisoscapha* gelten auch für *Pholeuonillus Adolphi*; nur ist die Mesosternallamelle niedriger, der Körper etwas größer und gestreckter. Eine subgenerische Trennung von *Pholeuonillus* und *Proleonhardella* dürfte also genügen, um diesen relativ geringfügigen Differenzen Ausdruck zu verleihen.

Nach Fertigstellung dieser Zeilen ging mir eine zweite, neue *Anisoscapha*-Art zu, deren Beschreibung ich anhangsweise hier einfüge. An den obigen Ausführungen über die Charakterisierung der Untergattung *Anisoscapha* und ihrer Abgrenzung von *Proleonhardella* s. str. ändert diese zweite Art nichts.

Proleonhardella (Anisoscapha) Klimeschi spec. nova.

(Taf. II, Fig. 8.)

♂: Der *Anisoscapha Winkleri* äußerst ähnlich, ebenso groß, jedoch durch den Umriß und die Skulptur der Flügeldeckenspitze sowie durch den Kopulationsapparat differierend und sicher spezifisch verschieden. Die Flügeldeckenspitze ist durchaus normal abgerundet und nicht im geringsten winkelig vortretend; die Querriefung reicht viel weiter nach hinten (mindestens bis zum apikalen Drittel oder Viertel der Flügeldeckenlänge); die Punkte sind auch im Apikalteil der Flügeldecken ziemlich fein, scharf eingestochen, nicht grübchenförmig; schließlich ist das männliche Kopulationsorgan viel gedrungener, wie aus einem Vergleich von Fig. 7 und 8 auf Taf. II hervorgeht.

♀: unbekannt.

[1] Den Penis wollte ich an dem einzigen, mir nicht gehörigen Stück nicht untersuchen.

Fundort: Troglavgebirge in den Dinarischen Alpen an der bosnisch-dalmatinischen Grenze, in der Waldregion (zirka 1400 *m*) unter sehr tiefen Steinen. Je ein Männchen dieser neuen Art wurde von den Herren J. Klimesch (Sinj) und A. Winkler (Wien) erbeutet.

Aphaobius Milleri subsp. **Grabowskii** m.

Etwas kleiner als der typische *Milleri* aus der Pasicahöhle. Der Halsschild schmal, etwa so wie bei *Milleri Springeri*, gegen die Hinterecken in beiden Geschlechtern schwach verengt, beim ♂ jedoch unmittelbar vor den spitzen Hinterecken etwas ausgeschweift und dadurch dieselben ein wenig nach außen gerichtet; beim ♀ sind die Halsschildseiten gegen die Hinterecken einfach, geradlinig verengt und letztere weniger spitz vortretend. Die Fühler schlank, das achte Fühlerglied beim ♂ viel länger als breit. Die Flügeldecken lang oval, auch nach vorn sehr deutlich und bis zu den Schultern in gleichmäßiger Rundung verengt, an den Schultern etwas breiter als die Halsschildbasis, die Schulterecken jedoch nicht vorspringend, schmal verrundet. Die Querriefung der Flügeldecken kräftig, jedoch hinter der Mitte bald undeutlich; der Apikalteil der Flügeldecken stark glänzend und auffallend grob, schütter, unregelmäßig punktiert. (Bei allen übrigen *Milleri*-Rassen reichen die Querriefen viel weiter nach hinten und die Punktierung im Apikalteil der Flügeldecken ist viel dichter und feiner.)

Länge: 2·3 bis 2·6 *mm*.

Fundort: Eine Höhle bei Horjul in Krain. — Vom erfolgreichen Erforscher unserer Höhlenfauna, Herrn Oberstabsarzt Dr. Marian Grabowsky, am 20. Juli 1916 entdeckt (2 ♂, 1 ♀).

Haplotropidius pubescens subsp. nova **svilajensis** m.

Von der typischen Form (aus der Höhle von Kosore am Cetina-Ursprung) durch bedeutendere Durchschnittsgröße, schlankeren Körperbau, längere Fühler, etwas schmäleren Halsschild sowie weniger gewölbte, gegen die Basis und

gegen das Ende mehr geradlinig verengte Flügeldecken verschieden.

Länge: 5·5 bis 7·5 *mm.*

Eine kleine Serie von Exemplaren dieser bemerkenswerten neuen Rasse wurde von den Herren J. Klimesch und A. Winkler in einer Höhle des Svilajagebirges (Zentraldalmatien) gesammelt und mir zur Untersuchung gütigst überlassen.

III. Zur Systematik der phyletisch tief stehenden Höhlensilphiden der Ostalpen und der Balkanhalbinsel (Bathyscia i. w. S. und verwandte Gattungen).

Eine vor drei Jahren begonnene Bearbeitung der Höhlensilphiden, die als dritter Teil meiner »Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel«[1] gedacht war, hat durch den Krieg eine Unterbrechung erfahren, so daß ich im nachfolgenden nur die Resultate der Vorarbeiten zu jener größeren Abhandlung mitteilen kann. Immerhin glaube ich nicht länger mit der Veröffentlichung der bisherigen Ergebnisse warten zu müssen, da sie eine Reihe von neuen Tatsachen zur Systematik der Höhlensilphiden enthält.

Bekanntlich hat die alte Gattung *Bathyscia* in neuerer Zeit eine weitgehende Spaltung in zahlreiche kleinere Gruppen erfahren, die, je nach den Autoren, als Untergattungen oder als selbständige Gattungen aufgefaßt werden. So sehr ich durch meine bisherigen Studien überzeugt bin, daß die alte Gattung *Bathyscia*, etwa im Sinne von Ganglbauer, keineswegs eine phyletisch einheitliche Gruppe darstellt, so glaube ich doch in Übereinstimmung mit Reitter[2] und Breit,[3] daß

[1] Denkschriften der Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. XC, 1913, I. Teil: Die Gattung *Aphaobius* Ab. (p. 1 bis 10); II. Teil: Revision der blinden *Trechus*-Arten (p. 11 bis 114).

[2] E. Reitter, Über R. Jeannel's neues System der Grottensilphiden (Wien. entom. Zeitg., 1910, 317 bis 318).

[3] J. Breit, Zur Systematik der *Bathysciinae* (Entom. Mitteil., Berlin, II., 1913, p. 301 bis 316).

viele der in neuester Zeit von *Bathyscia* abgetrennten Gattungen nur als Untergattungen aufzufassen sind. Übrigens ist dies nach meiner Meinung weniger wichtig und vielfach persönliche Auffassungssache.

Weit wichtiger als der Streit, ob Untergattungen oder Gattungen gebildet werden sollen, erscheint mir die richtige Gruppierung der zahlreichen Arten zu natürlichen Verwandtschaftsgruppen, ein Ziel, welches bei den Bathyscien des hier behandelten Gebietes sicherlich noch nicht erreicht ist. Ich konnte nämlich feststellen, daß sich in mancher durch Spaltung der alten Gattung neu aufgestellten Gruppe grundverschiedene, phyletisch weit auseinander stehende Elemente vorfinden, die unbedingt eine systematische Trennung erfordern, so fand ich bei dem schon durch seine Wölbung und die kurzen Extremitäten höchst auffälligen *Bathysciotes Hoffmanni* einen wohlausgebildeten, sehr langen Metatergalfortsatz, was weder der Autor der Gattung *Bathysciotes* erwähnt, noch mit den Verhältnissen bei dem anderen Gattungsgenossen (*Khevenhülleri*) übereinstimmt. War schon von vornherein die Zusammengehörigkeit von zwei so verschiedenen Bathyscien, wie *Hoffmanni* und *Khevenhülleri* wenig wahrscheinlich, so ist dies durch die Feststellung weitgehender Unterschiede im Metatergalapparat sicher erwiesen und damit eine weitere systematische Spaltung notwendig.

Ebenso mußte ich die südtiroler *Speonesiotes*-Arten von den süddalmatinisch-herzegowinischen Gattungsvertretern systematisch trennen, da sie im Bau der Mittel- und Hinterbrust zwei grundverschiedene Typen darstellen, wovon Jeannel nur den einen gesehen und als charakteristisch für seine Gattung *Speonesiotes* beschreibt.[1]

Ein Konglomerat phyletisch verschiedener Formen stellt auch die Gattung (beziehungsweise Untergattung) *Pholeuonella* Jeannel dar. Wenn wir als Typus der Gattung die älteste Art, *Ph. Erberi*, ansehen, so müssen *Ph. curzolensis, merditana* und *kerkyrana* ausgeschieden werden; erstere ist mit

[1] R. Jeannel, Revision der *Bathysciinae* (Archiv. de zool. exper. et gener., 1911), p. 440.

Hoffmanella makarensis m. sehr nahe verwandt, letztere gehört zu *Bathysciola* s. str. Die Begründung dieser Neuerungen wolle man weiter unten in der Tabelle nachsehen.

Aber auch der umgekehrte Fall ist bei unseren Bathyscien zu beobachten, daß nämlich einige äußerst nahe verwandte Formen nach den bisherigen Systemen rein künstlich oder infolge falscher Beobachtung weit auseinandergerissen wurden. So stehen die beiden Genera *Proleonhardella* und *Proleonhardia*, die Jeannel wegen der vermeintlich verschiedenen Zahl der männlichen Vordertarsenglieder in zwei verschiedene Tribus (*Brachyscapiti*, beziehungsweise *Gynomorphi*) einreihte, einander so nahe, daß ich nicht einmal Anhaltspunkte zu ihrer subgenerischen Trennung finde; beide haben, wie ich mich an der Hand der Typen überzeugen konnte, im männlichen Geschlecht nur viergliederige Vordertarsen.

Ebenso ist *Pholeuonillus* Breit mit *Proleonhardella* zunächst verwandt und von dieser kaum generisch zu trennen. Von der *Pholeuonopsis*-Gruppe, zu der Jeannel[1] den *Pholeuonillus* stellt, unterscheidet sich dieser schon durch den gänzlichen Mangel einer doppelten Behaarung, die doch auch Jeannel in erster Linie als charakteristisch für die *Pholeuonopsis*-Gruppe angibt.

Das Bestreben, die bisher zur generischen Gliederung der Bathyscien in erster Linie verwendeten und gewiß systematisch wichtigen männlichen Charaktere (Vordertarsen, Kopulationsapparat) durch andere, in beiden Geschlechtern konstatierbare Unterschiede zu ersetzen, führte mich zur Verwertung der Vorderschienenbewaffnung (vgl. Taf. III, Fig. 16 bis 19), ein ausgezeichnetes Unterscheidungsmerkmal, das ich schon 1903 gefunden und beschrieben habe.[2] Durch die Art der Vorderschienenbewaffnung konnten eine ganze Anzahl von Gattungen, die bisher fast nur im männlichen Geschlecht unterscheidbar waren, schärfer definiert und auch

---

[1] R. Jeannel, Sur la systematique des Bathysciinae (Archiv. de zool. exper. et gener., 1914, p. 73.

[2] J. Müller, Die Koleopterengattung *Apholeuonus* Reitt. (diese Sitzungsberichte, Bd. CXII, S. 81 und 87).

im weiblichen Geschlecht kenntlich gemacht werden, was dem Praktiker zur leichteren und rascheren Bestimmung gewiß willkommen sein wird; zur wissenschaftlichen Charakterisierung neuer Formen, beziehungsweise zur einwandfreien Feststellung ihrer natürlichen Verwandtschaft, wird aber auch in Hinkunft neben der Feststellung der Vorderschienenbewaffnung auch die Untersuchung der männlichen Vordertarsen und des Kopulationsapparates ein unerläßliches Erfordernis sein.

Die beiden im nachfolgenden näher beschriebenen Formen der Vorderschienenbewaffnung sind, wenigstens in dem hier behandelten Faunengebiet, stets scharf zu trennen[1] und daher als systematische Merkmale gut zu verwenden. Da sie bereits bei den auf der phylogenetisch niedrigsten Stufe stehenden terrikolen Bathyscien in verschiedener Ausbildung auftreten, hingegen bei phyletisch sicher einheitlichen Gattungen stets dem gleichen Typus angehören, bin ich geneigt die Vorderschienenbewaffnung ebenso wie die Zahl der männlichen Vordertarsenglieder für ursprüngliche Charaktere zu halten, die wenigstens bei den niedrig stehenden Bathyscien nicht durch Anpassung an das Höhlenleben entstanden sind. Nur bei gewissen höherstehenden Gattungen der Höhlensilphiden scheint die dichte Borstenreihe der Vorderschienen eine mit dem Grade der Anpassung an das Höhlenleben parallel einhergehende Reduktion erfahren zu haben. Ob auch gewisse bathyscioide Formen mit spärlich beborsteten oder unbeborsteten Vorderschienen von solchen mit dichter regelmäßiger Borstenreihe abzuleiten sind, wage ich noch nicht zu entscheiden, schließe aber diese Möglichkeit für einzelne Fälle nicht aus.

Wie dem auch sei, liefert uns die Vorderschienenbewaffnung ein äußerst wertvolles Kriterium zur Sichtung der zahlreichen und dabei habituell so ähnlichen Bathyscien i. w. S. Mit Rücksicht auf dieses Merkmal und die verschiedene Zahl der männlichen Vordertarsenglieder zerfallen

---

[1] Mikroskopische Untersuchung in zweifelhaften Fällen unbedingt notwendig!

die Bathyscien-ähnlichen Gattungen in vier Gruppen, die mit den dazugehörigen Gattungen und Untergattungen aus unserem Faunengebiet (Ostalpen und Balkan) im nachfolgenden näher charakterisiert werden.

Als vollkommen natürliche, phyletisch einheitliche Reihen möchte ich diese vier Gruppen noch nicht ansehen, da ich die Möglichkeit nicht ausschließe, daß durch diese Einteilung vielleicht die eine oder die andere Gattung von ihren nächsten Verwandten auseinandergerissen wird. Jedenfalls hoffe ich aber, dadurch die morphologische Analyse der bathyscioiden Formen um einen Schritt weiter geführt zu haben, was für die Erkenntnis der Stammesgeschichte der Höhlensilphiden überhaupt von einem gewissen Werte sein dürfte. Wurzeln ja doch die verschiedenen Entwicklungsreihen (»Series phyletiques« im Sinne von Jeannel) der Höhlensilphiden in einzelnen Urformen von bathyscioidem Typus, deren allfällige Wiederauffindung unter den jetzt noch lebenden Formen zu den schönsten Aufgaben der Bathysciinensystematik gehört.

Inwieweit sich die nachstehend beschriebenen Gattungen untereinander und mit den höher differenzierten Höhlensilphiden unseres Faunengebietes zu natürlichen Entwicklungsreihen vereinigen lassen, soll in einer folgenden Arbeit untersucht werden. Nur so viel steht für mich bereits vollkommen fest: die höheren Höhlensilphiden sind polyphyletisch von niederen, bathyscioiden Formen abzuleiten und daher die Forderung Jeannel's bezüglich der Aufstellung verschiedener Entwicklungsreihen (»Series phyletiques«) durchaus berechtigt. Nur glaube ich, daß Zahl und Umgrenzung der phyletischen Reihen in unserem Faunengebiet trotz der großzügigen Jeannel'schen Publikationen noch immer nicht endgültig festgelegt sind und daß eine eingehendere vergleichende Untersuchung unserer Höhlensilphiden in mancher Hinsicht zu einer etwas anderen Auffassung und Umgrenzung der Entwicklungsreihen führen wird.

I. Gruppe.

Männliche Vordertarsen fünfgliederig. Vorderschienen an der Außenseite ohne regelmäßige Reihe dicht stehender, starrer Börstchen.

(Taf. III, Fig. 17.)

1. **Adelopsella** Jeannel. — Mit deutlichen, pigmentierten, wenn auch kleinen Augen versehen. Beim ♂ außer den Vordertarsen auch das erste Glied der Mitteltarsen erweitert. Mesosternalkiel niedrig, im Profil gesehen, flach verrundet. Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Länge 2·5 *mm*.

Hierher: *A. bosnica* Reitt. (Bosnien-Herzegowina).

2. **Bathysciola** Jeannel. — Keine oder nur stark reduzierte Augen. Die männlichen Mitteltarsen einfach. Flügeldecken unregelmäßig oder querrissig punktiert. Mesosternalkiel hoch. Länge 1 bis 2 *mm*.

Subgen. **Bathysciola** Jeannel s. str. — Mesosternalkiel durchaus einfach, nicht lanzettlich erweitert und in der Regel nicht über das Metasternum verlängert.[1] Mittelschienen außen meist (bei den Arten unseres Faunengebietes stets) kräftig bedornt.

Hierher in unserem Gebiet: *B. Vallarsae* Halbh. (Südtirol), *B. silvestris* Motsch. (Südsteiermark, Krain, Görz, Kroatien), *B. curzolensis* Ganglb. (Insel Curzola), *B. merditana* Apfb. (Albanien) und *B. kerkyrana* Reitt. (Korfu).

---

[1] Eine Ausnahme macht *Bathysciola curzolensis* Gglb., deren Mesosternalkiel bis über die Mitte des Metasternums nach hinten reicht. Wenn auch hierin diese Art besser mit *Hoffmannella makarensis* übereinstimmt, so weicht sie doch in anderen wichtigen Punkten (einfacher Mesosternalkiel ohne lanzettliche Erweiterung, kräftig bedornte Mittelschienen, dem Nahtrand stark genäherter Nahtstreif) von *Hoffmanella* derart ab, daß sie von ihr wenigstens subgenerisch getrennt werden muß und am ehesten mit *Bathysciola* s. str. vereinigt werden kann. Dabei bin ich mir wohl bewußt, daß die Untergattung *Bathysciola* im jetzigen Sinne wahrscheinlich keine einheitliche Gruppe darstellt; jedoch wären zur Vornahme einer weiteren Spaltung derselben noch eingehende vergleichende Untersuchungen der zahlreichen westeuropäischen Arten erwünscht.

Subgen. **Hoffmanella** J. Müll. — Mesosternalkiel nur vorne lamellenartig komprimiert, weiter hinten lanzettlich erweitert, längsgefurcht und jederseits scharfkantig begrenzt, analwärts weit über das Metasternum verlängert. Mittelschienen außen nur fein bedornt.

Hierher: *B. makarensis* J. Müll. (Zentraldalmatien).

II. Gruppe.

Männliche Vordertarsen fünfgliederig. Vorderschienen am Außenrand mit einer regelmäßigen Reihe dicht stehender, starrer Börstchen.

(Taf. III, Fig. 16.)

3. Pholeuonella Jeann. s. l. — Kleine Arten von 1 bis 2 *mm* Länge von geschlossen ovalem Umriß, mit quergerieften Flügeldecken und relativ kurzen Fühlern, das achte Fühlerglied höchstens so lang als breit. Mesosternalfortsatz über das Metasternum nach hinten verlängert. Metatergalfortsatz stets entwickelt, allerdings von sehr verschiedener Länge. Parameren am Ende verschieden gestaltet, mit drei bis sechs Borsten.

Subgen. **Pholeuonidius** Jeann. — Metatergalfortsatz sehr stark entwickelt, mindestens drei Viertel so lang als die Flügeldecken. Mesosternalfortsatz über das ganze Metasternum nach hinten verlängert.

Hierher: *Ph. Halbherri* Reitt. (Südtirol) und *Ph. Pinkeri* Jeann. (Como, Norditalien).

Subgen. **Pholeuonella** Jeann. s. str. — Metatergalfortsatz höchstens ein Viertel der Flügeldeckenlänge erreichend. Mesosternalfortsatz nicht über das ganze Metasternum nach hinten verlängert.

Hierher: *Ph. Erberi* Schauf. (Herzegowina, Süddalmatien, Montenegro), *Ph. Ganglbaueri* Apfb. (Süddalmatien) und *Ph. Stussineri* J. Müll. (Montenegro).

4. Bathyscimorphus Jeannel. — Arten von 1·3 bis 2 *mm* Länge, von geschlossen ovalem Umriß mit unregelmäßig punktierten Flügeldecken und ziemlich kurzen Fühlern, das

achte Fühlerglied rundlich. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum verlängert, wohl aber dieses in der Mittellinie gekielt. Die Parameren am Ende mit einem Kranze von etwa 15 Borsten versehen.

Hierher: *B. byssinus* Schioedte (Krain, Triester Karst) und *B. globosus* Mill. (Krain).

5. **Ceuthmonocharis** Jeannel. — Arten von 2 bis 2·5 *mm* Länge mit unregelmäßig punktierten Flügeldecken. Das erste Fühlerglied etwas kürzer als das zweite, das achte Fühlerglied länglich. Der Mesosternalfortsatz etwa bis zur Mitte des Metasternums nach hinten verlängert, dahinter das Metasternum mit einer schmalen, scharf begrenzten Medianfurche, in deren vorderen Teil sich das Ende des Mesosternalfortsatzes hineinlegt. Die Parameren am Ende mit drei Borsten.

Hierher *C. Freyeri* Mill. und *Robiči* Gglb., beide aus dem Savegebiet nördlich von Laibach in Krain.

6. **Adelopidius** Apfelbeck. — Größere Arten von 2·8 bis 3·2 *mm* Länge. Halsschild schmäler als die Flügeldecken, glockenförmig. Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Die Fühler schlank, das zweite Glied viel länger als das erste, das achte länglich. Der Mesosternalkiel nicht über das Metasternum nach hinten verlängert, letzteres ungekielt. Die Parameren am Ende mit drei ungleich langen Borsten.

Hierher: *A. Kuchtai* Breit, *Neumanni* J. Müll. (Taf. III, Fig. 15) und *Sequensi* Reitt. aus Bosnien, ferner der mir unbekannte *A. Weiratherianus* Reitt. aus der nördlichen Herzegowina.

III. Gruppe.

Männliche Vordertarsen 4-gliederig. Die Vorderschienen am Außenrand ohne regelmäßige Reihe dicht stehender starrer Börstchen.

(Taf. III, Fig. 19.)

7. **Bathyscia** Schioedte. — Kleine Arten von 1 bis 1·5 *mm* Länge, von geschlossen ovalem Umriß mit quergerieften oder unregelmäßig punktierten, einfach behaarten Flügeldecken und Augenrudimenten. Nahtstreif wenigstens an der Spitze der Flügeldecken angedeutet. Mesosternalfortsatz höchstens bis zur Mitte des Metasternums nach hinten verlängert. Die beiden ersten Fühlerglieder etwa gleichlang, das dritte kürzer als das zweite. Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften schmal, durch einen spitzen Einschnitt in zwei kleine, dornartige Apophysen geteilt. Die Basalplatte des Penis ohne Anhängsel.

Subgen. **Phaneropella** Jeann. — Nahtstreif deutlich ausgebildet. Flügeldecken quergerieft. Augenrudimente größer. Länge: 1·3 bis 1·5 *mm*.

Hierher: *B. Lesinae* Reitt. (Dalmatien, Herzegowina, Mte. Gargano) und *B. turcica* Reitt. (Türkei).

Subgen. **Bathyscia** Schioedte s. str. — Nahtstreif fast vollständig fehlend, nur am Nahtende rudimentär erhalten. Augenrudimente äußerst klein. Länge: 1 bis 1·4 *mm*.

Hierher: *B. montana* Schioedte (Südsteiermark, Krain, Küstenland, Kroatien, Bosnien, Herzegowina, Ungarn).

8. **Aphaobius** Abeille. — Ovale oder länglich-ovale Arten von 2·5 bis 3 *mm* Länge. Halsschild etwas schmäler als die Flügeldecken. Diese grob quergestreift, einfach behaart, nicht mikroskopisch genetzt, ohne Nahtstreif. Schultern eckig. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum nach hinten verlängert. Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften schmal, mit kleinem, spitzem Einschnitt. Die beiden ersten Fühlerglieder etwa gleichlang, das dritte so lang oder länger als das zweite. Die Basalplatte des Penis ohne Anhängsel. Länge: 2·3 bis 3 *mm*.

Hierher: *A. Heydeni* Reitt. (Krain) und *A. Milleri* Schmidt (Südsteiermark, Krain, Küstenland).

9. **Netolitzkya** J. Müller. — Mäßig gestreckte Form von 2·8 *mm* Länge. Halsschild (schmäler als die Flügeldecken, innerhalb der Hinterecken mit einem grübchen- oder strichförmigen Eindruck. Die Flügeldecken oval, mit verrundeten Schultern, einfach behaart, querrissig punktiert und äußerst fein, mikroskopisch genetzt. Nahtstreif fehlend. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum nach hinten verlängert. Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften schmal, durch einen spitzen Einschnitt in zwei lange, am Ende verrundete Apophysen geteilt. Das zweite Fühlerglied etwas länger als das erste und dritte, das achte fast so lang als das neunte. Die Basalplatte des Penis ohne Anhängsel. Länge: 2·8 *mm*.

Hierher: *N. Maneki* J. Müll. (Schipka-Balkan).

10. **Proleonhardella** Jeannel. — 1·6 bis 3 *mm* lange, geschlossen ovale oder etwas längliche Formen. Halsschild so breit oder etwas schmäler als die Flügeldecken. Diese einfach behaart, querrissig oder unregelmäßig punktiert und mikroskopisch genetzt, ohne Nahtstreif. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum nach hinten verlängert, letzteres zwischen den Hinterhüften breit, am Hinterrand bogenförmig ausgerandet (Taf. II, Fig. 13). Ventralrand des Mesosternalkieles gerade. Das zweite Fühlerglied etwas länger als das erste, das achte kurz, höchstens so lang als breit. Die Basalplatte des Penis mit einem medianen, randständigen Anhängsel (Taf. II, Fig. 7 und 8).

Subgen. **Anisoscapha** J. Müller. — Der Mesosternalkiel hoch, am Ventralrand der Länge nach gefurcht. Halsschild so breit als die Flügeldecken; diese wenigstens im Basalteil querrissig punktiert. Mittelschienen unbedornt. Die Vordertarsen in beiden Geschlechtern einfach. Länge: 1·8 bis 2 *mm*.

Hierher: *P. Winkleri* J. Müller (Svilajagebirge, Zentraldalmatien) und *P. Klimeschi* J. Müller (Troglav, bosnisch-dalmatinische Grenze).

Subgen. **Proleonhardella** Jeannel s. str. (= *Proleonhardella*+*Proleonhardia* Jeann.). — Mesosternalkiel hoch, ungefurcht. Halsschild etwas schmäler als die Flügeldecken, diese fein und dicht, unregelmäßig punktiert. Die Mittelschienen außen fein bedornt. An den ♂ Vordertarsen das erste Glied schwach erweitert. Länge: 1·6 bis 2·4 *mm*.

Hierher: *P. Leonhardi* Breit, *Ottonis* J. Müll., *Matzenaueri* Apfb., *Neumanni* Apfb. und wahrscheinlich *Bathyscia Weiratheri* Reitt. aus Süd-, beziehungsweise Ostbosnien.

Subgen. **Pholeuonillus** Breit. — Mesosternalkiel niedriger, ungefurcht. Halsschild nicht oder kaum schmäler als die Flügeldecken, an der Basis innerhalb der Hinterecken sehr stark ausgebuchtet. Die Punktierung der Flügeldecken gröber und schütterer als bei der vorigen Untergattung, durchaus unregelmäßig. Die Mittelschienen außen fein bedornt. Die männlichen Vordertarsen schwach erweitert. Länge: 3 *mm*.

Hierher: *P. Adolfi* Reitt. (Bosnien).

11. **Anillocharis** Reitter. — Ziemlich schlanke Formen von 3 *mm* Länge. Halsschild schmäler als die Flügeldecken, in der Basalhälfte parallelseitig. Die Flügeldecken unregelmäßig punktiert und mikroskopisch genetzt, einfach behaart, ohne Nahtstreif. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum nach hinten verlängert, letzteres zwischen den Hinterhüften ziemlich breit. Das zweite Fühlerglied länger als das erste, das achte länglich. Die Basalplatte des Penis mit einem medianen randständigen Anhängsel. Die Vordertarsen des ♂ ziemlich stark erweitert. Der Ventralrand des Mesosternalkieles ausgebuchtet, vorne schwach zahnförmig vortretend. Länge: 2·5 bis 3 *mm*.

Hierher: *A. Ottonis* Reitt. (Herzegowina) und *stenopterus* Formanek (Montenegro).

12. **Pholeuonopsis** Apfelbeck. — Größere, meist schlankere Formen von 4 bis 5·5 *mm* Länge. Halsschild so breit oder schmäler als die Flügeldecken. Diese ziemlich grob, unregelmäßig punktiert, die Zwischenräume der Punkte spiegelglatt, nicht mikroskopisch genetzt. Die Behaarung

der Flügeldecken doppelt: außer der dichteren, mehr anliegenden, normalen Behaarung sind, namentlich im hinteren Teil der Flügeldecken, lange, isolierte, abstehende Borstenhaare vorhanden. Mesosternalfortsatz nicht über das Metasternum nach hinten verlängert. Interkoxalfortsatz des Metasternums mäßig breit, bogenförmig oder winkelig eingeschnitten. Das zweite Fühlerglied länger als das erste. Die Basalplatte des Penis (wenigstens bei *Ph. Leonhardi*) mit einem medianen, randständigen Anhängsel. Die männlichen Vordertarsen nur äußerst schwach erweitert.

Subgen. **Pholeuodromus** Breit. — Halsschild an der Basis so breit als die Flügeldeckenbasis, von da an nach vorne stark verengt. Fühler langgestreckt, das achte Fühlerglied kurz. Die Vorderschenkel gänzlich unter den Halsschild einziehbar. Länge: 4·6 *mm*.

Hierher: *Ph. Leonhardi* Breit (Bosnien).

Subgen. **Pholeuonopsis** Apfb. s. str. [= *Pholeuonopsis* Apfb. + *Silphanillus* Reitt.[1]]. — Halsschild an der Basis meist deutlich schmäler als die Flügeldeckenbasis, erst von der Mitte an nach vorne stark verengt. Fühler langgestreckt, das achte Fühlerglied kurz. Die Vorderschenkel nicht vollkommen unter den Halsschild einlegbar. Länge: 4 *mm*.

Hierher: *Ph. Ganglbaueri* Apfb., *Ottonis* Breit, *setipennis* Apfb., *Winkleri* Breit, *Leonhardi* Reitt. und *Weiratheri* Reitt. aus Bosn.-Herzegow.

Subgen. **Blattochaeta** Reitt. — Halsschild so breit als die Flügeldecken, an den Seiten einfach gerundet. Das achte Fühlerglied länglich. Die doppelte Behaarung der Flügeldecken nur bei ganz reinen, frischen Exemplaren sichtbar. Länge: 5 *mm*.

Hierher: *Ph. Marianii* Reitt. (Krivošije, S.-Dalm.).

Subgen. **Blattodromus** Reitt. — Der Halsschild glockenförmig, schmäler als die Flügeldecken. Das achte Fühlerglied länglich. Länge: 5·5 *mm*.

Hierher: *Ph. herculeanus* Reitt. (Herzegowina).

---

[1] Die subgenerische Trennung von *Pholeuonopsis* und *Silphanillus* im Sinne von Jeannel (1914) ist überflüssig und praktisch undurchführbar. Die Unterschiede in der Halsschildform — ob seitlich gleichmäßig gerundet oder schwach ausgeschweift — sind minimal und fein abgestuft.

IV. Gruppe.

Männliche Vordertarsen viergliederig. Die Vorderschienen am Außenrand mit einer regelmäßigen Reihe dicht stehender, starrer Börstchen versehen.

(Taf. III, Fig. 18.)

13. Sphaerobathyscia m. nov. gen. (*Bathysciotes* Jeann. ex parte). — Kleine, gedrungene, geschlossen ovale Art von 1·2 *mm* Länge. Die Oberseite zwischen den haartragenden Punkten spiegelglatt, nicht mikroskopisch genetzt. Der Halsschild an der Basis so breit als die Flügeldecken, diese unregelmäßig punktiert. Metatergalfortsatz stark entwickelt, fast so lang als die Flügeldecken. Mesosternalkiel hoch, über das ganze Metasternum verlängert, sein ventraler Rand schmal lanzettlich erweitert und der Länge nach gefurcht, diese Längsfurche seitlich scharfkantig begrenzt.[1] Die Fühler gedrungen gebaut und kurz behaart, das achte Glied nicht länger als breit. Die männlichen Vordertarsen nicht erweitert. Basalplatte des Penis ohne Anhängsel.

Hierher: *Sph. Hoffmanni* Motsch. (Krain, nördlicher Karst).

14. Bathysciotes Jeannel (ex parte). — Mittelgroße, geschlossen ovale Art von 2·4 bis 2·6 *mm* Länge. Die Oberseite mikroskopisch genetzt. Der Halsschild an der Basis so breit als die Flügeldecken, diese fein und dicht, nicht deutlich querrissig punktiert. Der Metatergalapparat stark reduziert. Der Mesosternalkiel weit über das Metasternum nach hinten verlängert,[2] sein Ventralrand nicht gefurcht. Die

[1] Eine ähnliche Bildung des Mesosternalkieles kommt nur noch bei *Anisoscapha* vor (vgl. Taf. II, Fig. 13).

[2] In meiner Arbeit über *Bathyscia Khevenhülleri* und ähnliche Formen aus Krain (W. E. Z., 1908, p. 37) habe ich den Mesosternalfortsatz als so lang wie das ganze Metasternum angegeben. Nach Jeannel (Revision des Bathyscinae, 1911, 427) würde er bloß die zwei vorderen Drittel des Metasternums einnehmen. Eine Nachuntersuchung ergab nun tatsächlich eine gewisse Variabilität in der Länge des Mesosternalstachels bei *B. Khevenhülleri*. Bei den küstenländischen Exemplaren reicht seine Spitze bis in den schmalen Einschnitt zwischen den beiden Interkolalapophysen am Hinterrand

Fühler schlanker als bei der vorigen Gattung, kurz behaart, das achte Glied mindestens so lang als breit. Die männlichen Vordertarsen nicht erweitert. Basalplatte des Penis ohne Anhängsel.

Hierher: *B. Khevenhülleri* L. Mill. (Krain, Küstenland, Kroatien).

15. **Bathyscidius** Jeannel. — Kleine, geschlossen ovale Art von 1·2 bis 1·3 *mm* Länge. Die Oberseite mikroskopisch genetzt. Der Halsschild an der Basis so breit als die Flügeldecken, diese deutlich querrissig punktiert. Der Metatergalfortsatz stark reduziert. Der Mesosternalkiel weit über das Metasternum nach hinten verlängert. Die Fühler gedrungen gebaut und kurz behaart, ihr achtes Glied quer oder kugelig. Die männlichen Vordertarsen nicht erweitert. Basalplatte des Penis ohne Anhängsel.

Hierher: *B. tristiculus* Apfb. (Süddalmatien).

16. **Speonesiotes** Jeannel (ex parte). — Kleine oder mittelgroße Arten von geschlossenem, ovalem oder länglichovalem Umriß. Die Oberseite mikroskopisch genetzt. Der Halsschild so breit als die Flügeldecken, diese meist fein querrissig punktiert. Der Mesosternalkiel nicht über das Metasternum verlängert und von diesem nicht deutlich getrennt. Die Fühler mäßig lang, ihre Behaarung ziemlich kurz. Die männlichen Vordertarsen meist mehr oder weniger deutlich erweitert. Die Basalplatte des Penis mit einem medianen, randständigen Anhängsel.[1]

Subgen. **Albanella** J. Müll. — Flügeldeckenspitzen einzeln gerundet vorgezogen. Die männlichen Vordertarsen stark erweitert, breiter als die Vorderschienen. Länge: 2·6 *mm*.

Hierher *Sp. Lonae* J. Müll. (Nordalbanien).

---

des Metasternums hinein, bei gewissen Krainer Stücken endet sie weiter vorne, ohne den erwähnten Einschnitt zu erreichen. Ich werde noch untersuchen, inwieweit sich dieses Merkmal zu einer weiteren systematischen Einteilung der *B. Khevenhülleri* im jetzigen Sinne eignet.

[1] Ähnlich wie bei *Proleonhardella*. Vgl. Taf. II, Fig. 7 und 8.

Subgen. **Speonesiotes** Jeann. s. str. — Flügeldeckenspitzen gemeinsam schwach abgestutzt. Die männlichen Vordertarsen viel schwächer erweitert, viel schmäler als die Vorderschienen. Länge: 1·8 bis 3 *mm*.

Hierher *Sp. narentinus* L. Mill. (Süddalmatien, Herzegowina), *Sp. dorotkanus* Reitt. (Süddalmatien, Herzegowina, Montenegro), *Sp. issensis* J. Müll. (Lissa), *Sp. Paganettii* Ganglb. (Curzola), *Sp. Gobanzi* Reitt. (Meleda) und wahrscheinlich der bloß in zwei weiblichen Exemplaren bekannte *Sp. insularis* Apfb. (Curzola).

17. **Neobathyscia** m. nov. gen. (*Speonesiotes* Jeann. ex parte). — 2·1 bis 3 *mm* lange Arten von geschlossenem, länglich-ovalem Umriß. Die Oberseite mikroskopisch genetzt. Der Halsschild so breit als die Flügeldecken, diese äußerst fein und dicht punktiert. Der Mesosternalfortsatz über das ganze Metasternum nach hinten verlängert und die interkoxalen Apophysen desselben sogar ein wenig nach hinten überragend. Die Fühler ziemlich schlank und auffallend lang, abstehend behaart, das achte Fühlerglied sehr langgestreckt, nicht oder kaum kürzer als das neunte. Die männlichen Vordertarsen nicht erweitert. Basalplatte des Penis ohne Anhängsel.[1]

Hierher: *N. antrorum* Dod. (Südtirol und Norditalien, Sette Comuni) und *Fabianii* Dod. (Provinz Padua, Norditalien).[2]

18. **Aphaotus** Breit. — Weniger geschlossene, längliche Arten von 2·8 bis 3·5 *mm* Länge. Oberseite mikroskopisch genetzt. Der Halsschild etwas schmäler als die Flügeldecken,

---

[1] Im Gegensatz zu den echten *Speonesiotes*-Arten (vgl. Jeannel, Rev. des Bathyscinae, 1911, Taf. XV, Fig. 420, 425, 428, 432, 438 und vorliegende Arbeit, Taf. II, Fig. 9).

[2] Der mir leider nur aus der Beschreibung bekannte *Speonesiotes bergamascus* Jeann. (Bull. Soc. entom. France, 1914, p. 202) gehört sicherlich nicht hierher, obwohl der Autor diese Art »très voisine du *S. antrorum* Dod.« nennt. Die Angaben »Elytres ...avec... des vestiges d'une strie suturale« und »Pas de carène métasternale« lassen sich keinesfalls auf eine *Neobathysia* beziehen. Und auch die generische Identität mit *Speonesiotes* möchte ich aus geographischen Gründen bezweifeln.

vor der Basis am breitesten und daher auch gegen die Hinterecken schwach verengt. Die Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Der Mesosternalkiel vom kragenartig abgesetzten Vorderrandsaum des Mesosternums durch eine kleine Einbuchtung getrennt (Textfig. 1 und 2), nach hinten in einen über das Metasternum reichenden dornartigen Fortsatz verlängert. Die Fühler wie bei der vorigen Gattung relativ lang behaart. Die männlichen Vordertarsen nicht erweitert. Der Penis dreizinkig (Textfig. 3 und 4).

Hierher: *A. Jurečeki* Breit und *Stephani* Breit, beide aus Südtirol.

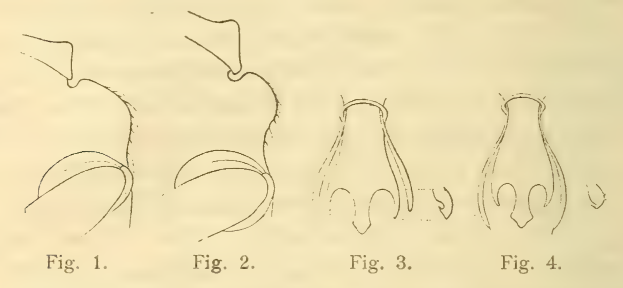


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1. Mesosternum von *Aphaotus Stefani* Breit, Profilansicht. — Fig. 2. Detto von *Aphaotus Jurečeki* Breit. — Fig. 3. Penis und Parameren von *Aphaotus Stefani*. — Fig. 4. Detto von *Aphaotus Jurečeki*.[1]

Für den Praktiker, der möglichst rasch und sicher, auch bei einzelnen weiblichen Exemplaren, die Bestimmung durchführen will, habe ich noch folgende Bestimmungstabelle der in voriger Übersicht behandelten Gattungen und Untergattungen zusammengestellt. Ich glaube damit zeigen zu können, daß es fast immer, auch ohne Anwendung männlicher Geschlechtscharaktere, gelingt, die einzelnen Gattungen und Untergattungen scharf zu definieren. Daß dabei die natürliche Verwandtschaft weniger zum Ausdruck kommt, ist für den rein praktischen Zweck,

[1] Diese vier Figuren sind der Arbeit von J. Breit in der »Coleopt. Rundschau«, III, 1914, 58 entnommen. Für die Überlassung der Klischees bin ich dem Redakteur Herrn A. Hoffmann zu Dank verpflichtet.

den jede Bestimmungstabelle in erster Linie erfüllen muß, ohne Belang.

1. Vorderschienen am Außenrand mit einer regelmäßigen Reihe dichtstehender, starrer goldgelber Börstchen versehen[1] (Taf. III, Fig. 16 und 18). — Flügeldecken stets ohne Nahtstreif. . . . . 2.

— Vorderschienen ohne regelmäßige Reihe starrer Börstchen, ringsum gleichmäßig behaart oder am Außenrand nur mit einzelnen, unregelmäßig zerstreuten und meist verschieden langen Dörnchen versehen[1] (Taf. III, Fig. 17 und 19) . . . . 13.

2. Die Mesosternallamelle bildet (im Profil gesehen) einen nach vorne gerichteten, schräg abgestutzten Lappen, der von der kragenartig abgesetzten, vorderen Randpartie des Mesosternums durch eine kleine, runde Einbuchtung getrennt erscheint (Fig. 1 und 2). Penis dreizinkig (Fig. 3 und 4). — Der Halsschild vor der Basis am breitesten, von da an nicht nur nach vorne, sondern auch gegen die Hinterecken mehr oder weniger deutlich verengt. Flügeldecken langoval, ziemlich grob, unregelmäßig punktiert, an den Seiten flach gerundet, gegen die Schultern und gegen die Spitze deutlich verengt. Fühler ziemlich lang, abstehend behaart, das dritte Glied etwa so lang als das zweite, das achte schlank, aber deutlich kürzer als das neunte. Die männlichen Vordertarsen viergliederig, einfach. Länge 2·8 bis 3·5 *mm*. Der Interkoxalfortsatz des Mesosternums dornförmig über das Metasternum verlängert. — Südtirol . . . . .18. ***Aphaotus*** Breit.

— Die Mesosternallamelle bildet (im Profil gesehen) mit der kragenartig abgesetzten vorderen Randpartie des Mesosternums einen einfachen, einspringenden Winkel. Penis nicht dreizinkig (Halsschild

---

[1] Nur bei starker Lupenvergrößerung sichtbar. In zweifelhaften Fällen ist das Mikroskop anzuwenden.

meist an der Basis am breitesten, nur nach vorne verengt) . . . . 3.

3. Metasternum mit einem eigenen, feinen Mediankiel, der nicht etwa eine Verlängerung des Mesosternalfortsatzes darstellt; letzterer kurz, nur die Basis des Metasternums bedeckend. Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Die männlichen Vordertarsen fünfgliederig und stark erweitert. Die Parameren am Ende mit einem Kranze von etwa 15 Borsten versehen. Länge 1·3 bis 2 *mm.* — Krain, Kroatien.
4. ***Bathyscimorphus*** Jeann.

— Metasternum ohne eigenen Mediankiel, wohl aber oft von einer dornförmigen Verlängerung des Mesosternalkieles durchzogen . . . . 4.

4. Der Mesosternalkiel hinten in einen dornförmigen Fortsatz ausgezogen, der die Medianlinie des Metasternums überlagert und zwischen den Hinterhüften oder vor denselben spitz endet . . . . 5.

— Der Mesosternalfortsatz hinten nicht über das Metasternum verlängert, bei flüchtiger Betrachtung scheinbar mit demselben vollkommen verschmolzen. Nur bei aufmerksamer, mikroskopischer Untersuchung reiner Exemplare sieht man die hintere Begrenzung des Mesosternalkieles in Form einer kleinen, nach vorne abgeschrägten Fläche am Vorderrand des Metasternums, an die sich das Ende des Mesosternalkieles innig anlegt . . . . 11.

5. Metatergalfortsatz stark entwickelt, wenigstens drei Viertel so lang als die Flügeldecken.[1] — Kleine Arten von geschlossen ovalem Umriß, mit kurzen Fühlern, das achte Fühlerglied quer oder kugelig . . 6.

— Metatergalfortsatz stark reduziert oder fehlend, höchstens ein Viertel der Flügeldeckenlänge erreichend.[1] . . . . 7.

---

[1] Will man zwecks Schonung des Tieres die Untersuchung des Metatergalfortsatzes vermeiden, so kann man die hierher gehörigen Gattungen auch folgendermaßen unterscheiden:

6. Flügeldecken querrissig punktiert. Halsschild fein punktiert und genetzt. Männliche Vordertarsen fünfgliederig. Mesosternalkiel einfach, nicht gefurcht. Länge: 1·4 bis 2 *mm*. — Südtirol und Norditalien.... *Pholeuonella* subg. ***Pholeuonidius*** Jeann.
— Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Männliche Vordertarsen viergliederig. Auffallend stark gewölbte

---

5. Mesosternalfortsatz über das ganze Metasternum nach hinten verlängert .... 6.
Mesosternalfortsatz nicht über das ganze Metasternum nach hinten verlängert .... 9.
6. Achtes Fühlerglied quer. Kleinere Arten von 1·2 bis 2 *mm* Länge (mit stark entwickeltem Metatergalfortsatz) .... 7.
— Achtes Fühlerglied mindestens so lang als breit. Größere Arten von 1·8 bis 3 *mm* Länge (ohne Metatergalfortsatz) .... 8.
7. Flügeldecken querrissig punktiert. Die Borstenreihe am Außenrand der Vorderschienen von der Spitze bis etwas über die Mitte der Schienenlänge nach hinten reichend........***Pholeuonidius*** Jeann.
— Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Die Außenseite der Vorderschienen fast der ganzen Länge nach mit einer Reihe dicht stehender Börstchen besetzt ....***Sphaerobathyscia*** J. Müll.
8. Der dornförmige Fortsatz des Mesosternalkieles sehr lang, mit seiner Spitze die interkoxalen Apophysen des Metasternums nach hinten überragend. Behaarung der Fühler auffällig lang. Das zweite Fühlerglied dicker als das zehnte....***Neobathyscia*** J. Müll.
— Der dornförmige Fortsatz des Mesosternalkieles höchstens bis zur Ausrandung zwischen den beiden interkoxalen Apophysen des Metasternums nach hinten reichend. Behaarung der Fühler kürzer. Das zweite Fühlerglied schmäler als das zehnte........ ***Bathysciotes*** Jeann.
9. Achtes Fühlerglied kurz. Vorderschienen nur in der Apikalhälfte dicht goldgelb beborstet. Flügeldecken deutlich querrissig punktiert. 10.
— Achtes Fühlerglied länglich. Die Borstenreihe am Außenrand der Vorderschienen wenigstens zwei Drittel der Schienenlänge einnehmend .... 11.
10. Männliche Vordertarsen fünfgliederig.........***Pholeuonella*** Jeann.
— Männliche Vordertarsen viergliederig ... .***Bathyscidius*** Jeann.
1. Mesosternalfortsatz länger, über die Mitte des Metasternums nach hinten reichend, sein dornförmiges Ende in größerer Ausdehnung glatt und glänzend. Vordertarsen des ♂ viergliederig (*Bathysciotes*) 8.
— Mesosternalfortsatz kürzer, nur bis zur Mitte des Metasternums nach hinten reichend und fast bis zur Spitze punktiert und behaart. Vordertarsen des ♂ fünfgliederig . ***Ceuthmonocharis*** Jeann.

Art mit einfach punktierter, nicht genetzter Oberseite. Mesosternalkiel schmal lanzettlich erweitert und gefurcht. Länge: 1·2 *mm*. Krain, Görz. (*Bathysciotes* Jeann. pars)....13. ***Sphaerobathyscia*** J. Müll.

7. Achtes Fühlerglied quer oder kugelig. Die Vorderschienen nur in der Apikalhälfte dicht goldgelb beborstet. Kleine Arten von 1·2 bis 1·7 *mm* Länge mit querrissig punktierten Flügeldecken .... 8.

— Achtes Fühlerglied länglich. Die Borstenreihe am Außenrand der Vorderschienen nimmt wenigstens zwei Drittel der Schienenlänge ein. Größere Arten von 1·8 bis 3 *mm* Länge .... 9.

8. Der das Schildchen überragende Teil des Metatergalfortsatzes meist erheblich länger als jenes. Männliche Vordertarsen fünfgliederig. Länge: 1 bis 1·5 *mm*. — Süddalmatien, Montenegro......
3. ***Pholeuonella*** (Jeann.) J. Müll. s. str.[1]

[1] Die drei bisher bekannten *Pholeuonella*-Arten lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

1. Arten von 1·4 bis 1·5 *mm* Länge. Flügeldecken deutlich quergerieft. Die männlichen Vordertarsen etwa so breit als die Vorderschienen 2.

— Sehr kleine Art von 1 *mm* Länge. Flügeldecken nur in der Basalhälfte schwach quergerieft, in der Apikalhälfte durchaus unregelmäßig punktiert. Die männlichen Vordertarsen nur sehr schwach erweitert, etwa halb so breit als das Ende der Vorderschienen. Das neunte und zehnte Fühlerglied stark quer. Die Parameren im Basalteil ohne dorsale Verbindungsspange, am Ende mit vier langen, einwärts gekrümmten Borsten (Taf. II, Fig. 10). — Montenegro (Cetinje) ....*Stussineri* J. Müll.

2. Fühler kürzer und breiter, das neunte und zehnte Glied breiter als lang. Parameren im Basalteil mit einer schmalen dorsalen Verbindungsspange, am Ende kurz hakenförmig umgebogen und mit drei sehr kurzen, geraden Borsten versehen, außerdem innen, längs der Ventralkante mit einer schütteren Reihe kleiner Borstenhärchen versehen (vgl. Jeannel, Rev. Bathysciinae, 1911, Taf. V, Fig. 152 und 153). — Süddalmatien (Ragusa, Castelnuovo), Montenegro.........................*Erberi* Schaufuß.

— Fühler schlanker und schmäler, das neunte und zehnte Glied wenigstens beim ♂ deutlich länger als breit. Das männliche Kopulationsorgan (Taf. I, Fig. 5) nach dem Typus der *Ph. Stussineri* gebaut: die Parameren im Basalteil ohne

8. Der das Schildchen überragende Teil des Metatergalfortsatzes höchstens so lang als jenes. Männliche Vordertarsen viergliederig. Länge: 1·3 *mm*. — Süddalmatien.............15. ***Bathyscidius*** Jeann.
9. Der Mesosternalfortsatz kürzer, mit seiner Spitze höchstens ein wenig in den Ausschnitt zwischen den beiden interkoxalen[1] Apophysen des Metasternums hineinragend oder denselben gar nicht erreichend. Die beiden ersten Fühlerglieder im Vergleich zu den folgenden weniger auffallend verdickt, das zweite Glied stets deutlich schmäler als das zehnte. Das dritte Fühlerglied erheblich kürzer als das zweite, das achte kürzer als das neunte. Die Behaarung der Fühler kürzer und weniger abstehend. Arten aus Krain und Kroatien .... 10.
— Der Mesosternalfortsatz außerordentlich lang, sein Ende überragt die beiden interkoxalen Apophysen des Metasternums nach hinten und füllt den Ausschnitt zwischen diesen vollkommen aus. Die beiden Basalglieder der Fühler im Vergleich zu den folgenden sehr schlanken und zarten Gliedern auffallend dick, deutlich dicker als das neunte und zehnte Glied. Das dritte Fühlerglied nicht oder kaum kürzer, oft sogar länger als das zweite, das achte fast ebenso lang als das neunte. Die Behaarung der Fühler auffallend lang und abstehend.[2] Männliche Vordertarsen

dorsale Verbindungsspange und am hakenlosen Ende mit langen, einwärts gekrümmten Borsten versehen. Nur beträgt ihre Zahl bei *Ganglbaueri* sechs, bei *Stussineri* vier. — Süddalmatien: eine kleine Grotte bei Cattaro ....
Ganglbaueri Apflb.

[1] Der Ausdruck interkoxal bezieht sich hier auf die Hinterhüften.

[2] Diese auffällig lange, abstehende Behaarung ist wenigstens in der Apikalhälfte der Fühler deutlich zu sehen. Bei den ♂♂ von *Neobathyscia antrorum* Dod. ist aber auch die Basalhälfte der Fühler auf der Unterseite lang, abstehend bewimpert, was den ♀♀ nicht zukommt. — Ob bei *Neobathyscia Fabianii* Dod. ein ähnlicher sekundärer Geschlechtsunterschied in der Behaarung der Fühler besteht, weiß ich nicht, da mir nur ein Exemplar vorliegt.

viergliederig. Schlankere Arten aus Südtirol und Norditalien von 2·1 bis 3 *mm* Länge. (*Speonesiotes* Jeann. pars). . . . . 17. ***Neobathyscia*** J. Müll.

10. Der Mesosternalfortsatz die Mitte des Metasternums nach hinten überragend, sein dornförmiges Ende glatt und glänzend, fast bis zum Ausschnitt zwischen den beiden Apophysen des Metasternums reichend oder ein wenig in denselben hineinragend. Oberseite feiner punktiert und behaart. Männliche Vordertarsen viergliederig. Länge: 2·4 bis 2·6 *mm*. — Innerkrain, Küstenland, Lika (Kroatien). . . 14. ***Bathysciotes*** (Jeann). J. Müll.

— Der fast durchwegs punktierte und behaarte Mesosternalfortsatz nur bis zur Mitte des Metasternums reichend, dahinter das Metasternum mit einer scharf begrenzten schmalen Medianfurche, in deren vorderem Teil sich das Ende des Mesosternalfortsatzes hineinlegt. Oberseite etwas gröber punktiert und rauher behaart. Die männlichen Vordertarsen fünfgliederig und erweitert. Länge: 2 bis 2·5 *mm*. — Krain (nördlich von Laibach). . . . . 5. ***Ceuthmonocharis*** Jeann.

11. Halsschild glockenförmig, schmäler als die Flügeldecken, von den spitzen Hinterecken bis gegen die Mitte geradlinig oder schwach ausgeschweift verengt, dann erst bogenförmig gegen die Vorderecken einwärts gekrümmt (Taf. III, Fig. 15). Die Flügeldecken ziemlich grob, unregelmäßig punktiert, das Pygidium freilassend. Die Fühler schlank, das zweite Glied viel länger als das erste, das achte, obwohl schlank, kaum halb so lang als das neunte; die beiden vorletzten Glieder (wenigstens in einer Richtung) am Ende schwach knotig verdickt. Die Mittelschienen deutlich gekrümmt. Die männlichen Vordertarsen fünfgliederig, schwach erweitert. Länge: 2·8 bis 3·2 *mm*. — Drei Arten in Bosnien, ferner eine mir unbekannte Art in der Herzegowina. . . . 6. ***Adelopidius*** Apfb.

— Halsschild etwa halbkreisförmig, so breit als die Flügeldecken, von den Hinterecken an in gleichmäßiger Kurve nach vorne verengt. Das zweite Fühlerglied gewöhnlich nicht länger als das erste, die beiden vorletzten am Ende nicht knotig (höchstens kegelförmig) verdickt. Flügeldecken querrissig punktiert. Die männlichen Vordertarsen viergliederig, mehr oder weniger erweitert .... 12.

12. Flügeldeckenspitzen gemeinsam schwach abgestutzt. Die männlichen Vordertarsen höchstens schwach erweitert. Länge: 1·8 bis 3 *mm.* — Herzegowina, Süddalmatien und süddalmatinische Inseln..
16. ***Speonesiotes*** (Jeann.) J. Müll. s. str.

— Flügeldeckenspitzen einzeln gerundet vorgezogen. Die männlichen Vordertarsen stark erweitert, etwas breiter als die Vorderschienen (Taf. III, Fig. 18). Länge: 2·6 *mm.* — Nordalbanien ....
Subgen. ***Albanella*** J. Müll.

13. Flügeldecken einfach, schräg niederliegend behaart, querrissig oder unregelmäßig punktiert und (mit Ausnahme von *Aphaobius*) zwischen den Punkten mikroskopisch genetzt .... 14.

— Flügeldecken doppelt behaart; außer der schräg niederliegenden Pubeszenz sind, namentlich apikalwärts, viel längere, steil abstehende borstenförmige Haare vorhanden.[1] Die Punktierung der Flügeldecken durchaus unregelmäßig, kräftig; die etwas gewölbten Zwischenräume der Punkte vollkommen spiegelglatt, nicht genetzt.[2] — Größere, dunkelrotbraune Formen aus Bosnien, Herzegowina und Süddalmatien, ohne Nahtstreifen, mit viergliederigen Vordertarsen beim ♂ .... 26.

14. Mesosternalkiel niedrig, im Profil gesehen, flach verrundet, ohne winkeligen oder zahnförmigen Vorsprung. Zwar kleine, aber deutlich pigmen-

[1] Bei *Blattochaeta Marianii* Reitt. ist die doppelte Behaarung weniger ausgesprochen und nur bei ganz frischen, reinen Stücken deutlich zu sehen.

[2] Ob auch bei *Pholeuodromus* Breit?

tierte Augen vorhanden. Beim ♂ die Vordertarsen fünfgliederig und erweitert, außerdem aber auch das erste Glied der Mitteltarsen erweitert. Breite, flache Art mit unregelmäßig punktierten Flügeldecken, ohne Nahtstreif. Die beiden ersten Fühlerglieder gleichlang, das dritte viel kürzer als das zweite. Die Mittelschienen außen ziemlich stark bedornt. Metatergalfortsatz kurz. Länge: 2·5 *mm.* — Bosnien-Herzegowina . . . . . . 1. ***Adelopsella*** Jeann.

— Mesosternalkiel stärker entwickelt, mit einem steil nach unten abfallenden, mehr oder weniger konvexen Vorderrand und einer horizontalen, geraden oder ausgebuchteten Ventralkante; Vorder- und Ventralrand bilden, im Profil betrachtet, stets einen deutlichen, wenn auch oft etwas verrundeten Winkel, bisweilen sogar einen zahnförmigen Vorsprung. Augen fehlend oder sehr stark reduziert. Die männlichen Mitteltarsen stets einfach . . . . 15.

15. Halsschild schmäler als die Flügeldecken, innerhalb der Hinterecken mit einer strich- oder grübchenartigen Längsdepression. Flügeldecken querrissig punktiert, im Grunde zwischen den Punkten äußerst zart mikroskopisch genetzt. Schultern verrundet. Das achte Fühlerglied langgestreckt, nicht viel kürzer als das neunte. Die Mittelschienen außen mit einzelnen feinen, längeren Dörnchen. Interkoxalfortsatz des Metasternums schmal, durch einen spitzen Einschnitt in zwei lange, am Ende verrundete Apophysen geteilt. Die männlichen Vordertarsen viergliederig. Länge: 2·8 *mm.* — Bulgarien (Schipka-Balkan). . . . . 9. ***Netolitzkya*** J. Müll.

— Halsschild innerhalb der Hinterecken ohne grübchen- oder strichförmige Längsdepression. Schultern meist recht- oder stumpfeckig. Das achte Fühlerglied meist viel kürzer als das neunte.[1] . . . . 16.

[1] Nur bei *Orostygia* J. Müll. ist der Längenunterschied zwischen achtem und neuntem Fühlerglied geringer, doch ist diese Gattung schon

16. Flügeldecken grob querrissig punktiert, die Punkte einer Querreihe durch eine äußerst feine, zackige Linie miteinander verbunden, sonst aber die Fläche zwischen den einzelnen Querreihen glatt, nicht genetzt. Drittes Fühlerglied mindestens so lang als das zweite. Der Halsschild etwas schmäler als die Flügeldecken, vor den Hinterecken verflacht. Schultern eckig. Mittelschienen außen nicht deutlich bedornt. Der Interkoxalfortsatz des Metasternums zwischen den Hinterhüften sehr schmal, mit einem kleinen, spitzen Einschnitt. Die Vordertarsen des ♂ viergliederig. Länge: 2·5 bis 3 *mm*. — Krain, Küstenland .... 8. ***Aphaobius*** Abeille.

— Flügeldecken fein querrissig oder unregelmäßig punktiert, die Zwischenräume der Punkte deutlich mikroskopisch genetzt. Das dritte Fühlerglied meist deutlich kürzer als das zweite, selten (*Adelopidius, Orostygia*) ebenso lang, dann aber die Flügeldecken nicht querrissig .... 17.

17. Halsschild glocken- oder trapezförmig, an den spitzen Hinterecken am breitesten, von da an bis zur Mitte geradlinig oder schwach ausgeschweift verengt. Das letzte Fühlerglied vom vorletzten kaum an Länge verschieden. — Mäßig große Arten aus Bosnien-Herzegowina mit schlanken Fühlern und fünfgliederigen Vordertarsen beim ♂. — Siehe *Adelopidius* .... 11.

— Halsschild wenn an der Basis am breitesten, dann in der Basalhälfte in deutlicher Rundung nach vorne verengt. Das letzte Fühlerglied deutlich länger als das vorletzte .... 18.

18. Das dritte Fühlerglied so lang als das zweite. Der Halsschild schmäler als die Flügeldecken, etwa in der Mitte am breitesten, nach hinten verengt, mit stumpfwinkeligen, am Ende etwas abgerundeten

---

durch die unregelmäßig punktierten Flügeldecken und das längsgefurchte Metasternum von *Netolitzkya* leicht zu trennen.

Hinterecken (Taf. III, Fig. 14). Das kurze Metasternum von einer nach hinten stärker vertieften Mittellinie durchzogen. — Mittelgroße, 4·5 *mm* lange, ziemlich gestreckte Art aus den Venetianeralpen. Das zweite Fühlerglied nur etwas länger als das erste, das achte doppelt so lang als breit, deutlich kürzer als das neunte, das letzte etwas länger als das vorletzte. Die Flügeldecken grob, unregelmäßig punktiert und ziemlich rauh, mehr abstehend behaart (Zahl der männlichen Vordertarsenglieder unbekannt) .... Gen. ***Orostygia*** J. Müll.

-- Das dritte Fühlerglied kürzer als das zweite. Der Halsschild meist in der Nähe der Basis am breitesten und von da an nach vorne gerundet-verengt; nur bei *Auillocharis* in der Basalhälfte parallelseitig oder schwach nach hinten verengt, jedoch mit rechteckigen oder etwas spitzen Hinterecken. Das Metasternum ohne vertiefte Medianlinie. Die Punktierung der Flügeldecken weniger grob, die Behaarung meist feiner und anliegend .... 19.

19. Die beiden ersten Fühlerglieder etwa gleich lang, selten das zweite etwas länger als das erste. Die Mittelschienen an der Außenseite mit einigen kräftigen Dörnchen versehen.[1] Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften sehr schmal oder mäßig breit, am Ende meist spitzwinkelig, selten (*B. kerkyrana*) bogenförmig, eingeschnitten, die den Einschnitt begrenzenden, meist dornförmigen Interkoxalapophysen des Metasternums stets kürzer als die nach hinten stark vorragenden Innenlappen der Hinterhüften. — Kleine, 1 bis 2 *mm* lange Arten von geschlossen ovalem Umriß; Halsschild so breit oder

---

[1] Eine Ausnahme macht *Hoffmannella*, die jedoch von den sub 23 angeführten Gattungen schon durch den deutlichen Nahtstreifen zu unterscheiden ist.

etwas breiter als die Flügeldecken; männliche Vordertarsen vier- oder fünfgliederig .... 20.

— Das zweite Fühlerglied meist deutlich länger als das erste. Die Mittelschienen außen meist nicht deutlich bedornt oder nur mit feinen, haarförmigen Dörnchen versehen. Der Metasternalfortsatz zwischen den Hinterhüften sehr breit, am Hinterrand flach bogenförmig oder stumpfwinkelig ausgeschnitten (Taf. II, Fig. 13); die beiden den Ausschnitt begrenzenden, winkeligen Vorsprünge des Metasternums nach hinten mindestens so weit reichend als die Innenlappen der Hinterhüften. — 1·6 bis 3 *mm* lange Arten von geschlossen ovalem oder länglichem Umriß. Halsschild oft etwas schmäler als die Flügeldecken. Männliche Vordertarsen stets viergliederig .... 23.

20. Männliche Vordertarsen fünfgliederig .... 21.

— Männliche Vordertarsen viergliederig .... 22.

21. Mesosternalkiel einfach und meist nicht über das Metasternum nach hinten verlängert. Zahlreiche Arten in Südfrankreich und Italien, bei uns durch je eine Art in Südtirol, im österreichischen Karst, in Albanien und auf Korfu vertreten ...
2. ***Bathysciola*** Jeannel, s. str.[1]

[1] Wie vorhin erwähnt, dürfte eine genauere Untersuchung dieser artenreichen Gattung eine weitere Zerlegung derselben in Untergattungen erfordern. — Die in unserem Faunengebiet vorkommenden *Bathysciola*-Arten lassen sich folgendermaßen auseinanderhalten:

1. Die Spitze des Mesosternalkieles bis zur Mitte des Metasternums verlängert. Metatergalfortsatz schmal und nach hinten bis über die Mitte der Flügeldecken verlängert. Kopf mit deutlichen Augenrudimenten. Penis Taf. I, Fig. 6. — Insel Curzola..........
curzolensis Ganglb.

— Der Mesosternalkiel nicht über das Metasternum verlängert. Metatergalfortsatz relativ breit, am Ende abgestutzt oder ausgerandet, höchstens ein Drittel mal so lang als die Flügeldecken. 2.

2. Metatergalfortsatz etwa ein Viertel bis ein Drittel mal so lang als die Flügeldecken. Arten aus den südlichen Kalkalpen und dem Karst. Nahtstreif wenigstens hinten deutlich .... 3.

— Mesosternalkiel stark entwickelt, lanzettlich erweitert, längsgefurcht und hinten in einen das Metasternum weit überlagernden Fortsatz verlängert. Flügeldecken unregelmäßig punktiert, mit angedeutetem Nahtstreifen. — Mitteldalmatien, Curzola.........
Subgen. ***Hoffmannella*** J. Müll.

22. Augenrudimente sehr klein.[1] Flügeldecken unregelmäßig punktiert oder schwach querrissig, nur am Nahtende mit einem rudimentären Nahtstreifen. Länge: 1 bis 1·4 *mm*. — Südsteiermark, Krain, Küstenland, Kroatien, Bosnien-Herzegowina, Ungarn
7. ***Bathyscia*** Schioedte, s. str.

— Augenrudimente größer. Flügeldecken quergerieft mit einem längeren, allerdings nur bei einer Art (*Lesinae*)

— Metatergalfortsatz noch viel kürzer, breiter als lang. Arten aus dem südadriatisch-jonischen Faunengebiet. Nahtstreif fehlend. Flügeldecken unregelmäßig punktiert .... 4.

3. Kleinere Art mit Augenrudimenten und kürzeren Fühlern, das zehnte Fühlerglied fast doppelt so breit als lang. Flügeldecken schwach querrissig, im Apikalteil jedoch unregelmäßig punktiert. — Südsteiermark, Krain, Kroatien ....*silvestris* Motsch.

— Größere vollkommen augenlose Art mit etwas schlankeren Fühlern, das zehnte Fühlerglied nicht doppelt so breit als lang. Flügeldecken bis zur Spitze deutlich querrissig. — Campo grosso in Südtirol. Penis Taf. I, Fig. 1..................*Vallarsae* Halbherr.

4. Fühler sehr kurz und gedrungen, das neunte und zehnte Glied stark quer. Der Interkoxalfortsatz des Metasternums wie bei allen vorigen Arten durch einen schmalen spitzen Einschnitt in zwei kleine dornförmige Apophysen geteilt. Mesosternalkiel niedriger, am Ventralrand ausgebuchtet, vorne stumpfeckig vorspringend. Penis Taf. I, Fig. 4. — Merdita (Albanien) ....*merditana* Apfb.

— Fühler weniger gedrungen, das neunte und zehnte Glied nicht oder kaum breiter als lang. Der Interkoxalfortsatz des Metasternums durch einen tiefen, aber breiten, am Grunde flach bogenförmigen Ausschnitt in zwei lange, dornförmige Apophysen geteilt. Hintertarsen auffallend lang und schmal. Mesosternalkiel hoch. Penis Taf. I, Fig. 3. — Korfu ....*kerkyrana* Reitt.

[1] Dieselben wurden von Jeannel bei der hierher gehörigen Art (*montana*) übersehen, sind aber bei mikroskopischer Betrachtung des gehobenen Kopfes als winzige weiße Feldchen sicher nachzuweisen.

deutlichem Nahtstreifen. Länge: 1·2 bis 1·5 *mm.* — Dalmatien, Herzegowina, Monte Gargano, Türkei................Subg. ***Phaneropella*** Jeann.

23. Das achte Fühlerglied höchstens so lang als breit. Der Halsschild an der Basis nicht schmäler als die Flügeldeckenbasis, seine Seiten einfach gerundet. Arten von geschlossenem Umriß, oval oder länglich-oval. Die männlichen Vordertarsen einfach oder nur schwach erweitert (Gen. *Proleonhardella*)......... 24.

— Das achte Fühlerglied länglich. Der Halsschild an der Basis schmäler als die Flügeldecken an den Schultern, seine Seiten in der Basalhälfte parallelseitig, dann nach vorne verengt. Die männlichen Vordertarsen stark erweitert. — Langgestreckte Arten von 3 *mm* Länge aus der südlichen Herzegowina und Montenegro ...11. ***Anillocharis*** Reitt.

24. Mesosternallamelle am Ventralrand lanzettlich erweitert und der Länge nach gefurcht (Taf. II, Fig. 13). Flügeldecken wenigstens im Basalteil querrissig punktiert. Länge: 1·8 bis 2 *mm.* — Zentraldalmatien und Westbosnien..........
Proleonhardella subgen. ***Anisoscapha*** J. Müll.

— Mesosternallamelle einfach, am Ventralrand nicht gefurcht. Flügeldecken unregelmäßig punktiert. Arten aus Bosnien.............................. 25.

25. Mesosternallamelle höher, ihr Ventralrand geradlinig und höchstens $1^1/_2$ mal so lang als der Vorderrand. Ovale oder länglich-ovale Formen von 1·6 bis 2·4 *mm* Länge. (Syn.: *Proleonhardia* Jeann.).............
10. ***Proleonhardella*** Jeann. s. str.[1]

— Mesosternallamelle niedriger, ihr Ventralrand schwach eingebuchtet und mehr als doppelt so lang als ihr Vorderrand. Gestrecktere Form von 3 *mm* Länge...
Subgen. ***Pholeuonillus*** Breit.

---

[1] Eine Bestimmungstabelle der bisher bekannten Arten wurde auf p. 615 gegeben.

26. Achtes Fühlerglied kurz. Arten aus Bosnien von 4 bis 4·6 *mm* Länge .... 27.
— Achtes Fühlerglied länglich. Arten aus der Herzegowina und Süddalmatien von 5·5 *mm* Länge. 28.
27. Halsschild an der Basis so breit als die Flügeldeckenbasis, von da an nach vorne stark verengt, daher die Halsschild- und Flügeldeckenseiten beinahe in einer Flucht gerundet. Die Vorderschenkel gänzlich unter den Halsschild einziehbar ....
Pholeuonopsis subg. ***Pholeuodromus*** Breit.
— Halsschild an der Basis meist deutlich schmäler als die Flügeldeckenbasis, erst von der Mitte an nach vorne stark verengt. Die Vorderschenkel nicht vollkommen unter den Halsschild einziehbar.........
12. ***Pholeuonopsis*** Apfb. s. str.
28. Halsschildseiten gerundet; Körperform geschlossen oval. Zweites Fühlerglied viel länger als das erste und dritte; achtes Glied zweimal so lang als breit, erheblich kürzer als das neunte. Die doppelte Behaarung der Flügeldecken nur bei ganz reinen Stücken deutlich zu sehen...Subg. ***Blattochaeta*** Reitt
— Halsschild glockenförmig; Körperform schlanker, nach vorne stärker verjüngt. Das zweite Fühlerglied länger als das erste, aber nicht länger als das dritte. Achtes Fühlerglied etwa $1^1/_2$ mal so lang als breit und nur halb so lang als das neunte. Die Flügeldecken sehr deutlich doppelt behaart ....
Subg. ***Blattodromus*** Reitt.

Species incertae sedis.[1]

**Bathyscia thessalica* Reitt., Deutsche entom. Zeitschr., 1887, 276; Jeannel, Bathysciinae, 1911, 562. — Thessalien: Ossa, Grotte von Kokkinovracho, 1 ♀.

Bathyscia serbica J. Müll., Münch. kol. Zeitschr., 1904, II, p. 41. — Serbien: Höhle bei Tschatschak, 1 ♀.

---

[1] Die mit einem * versehenen Arten sind mir in natura unbekannt. Ich wäre den Besitzern dieser Arten um deren leihweise Zusendung zwecks Feststellung ihrer natürlichen Stellung im Systeme sehr zu Dank verpflichtet.

**Bathyscia bosnicola* Reitt., Col. Rundschau, 1913, 157. — Zentralbosnien: eine Grotte der Kječina stiena unweit Sarajevo, 1 ♀.

**Bathyscia Kauti* Apfb. Glasnik, Mus. Bosn. Herzeg. XIX. 1907, 305 und Wien. entom. Zeitg., XXVI, 1907, 318. — Südostbosnien: Höhle bei Banja stiena, 1 ♀.

**Bathyscia heteromorpha* Dod., Ann. Mus. Civ. Genova, XLIV, 1909, 203. — Norditalien: Grotta della Noga bei Valsolda in der Provinz von Como. 2 ♂ und 1 ♀ im Museum von Genua, 1 ♀ in der Sammlung des Dr. Jeannel, Paris.

**Speonesiotes bergamascus* Jeann., Bull. Soc. ent. France, 1914, 202. — Bergamasker Alpen: Grotte »Tomba polacco« bei Carminati (leg. A. Dodero).

**Bathyscia Robiati* Reitt., Ann. Mus. Genova, XXVII, 1889, 293; Dodero, Nat. Sicil., XVII, 1904, 122; Jeannel, Rev. Bathysc., 1911, 260, Taf. V, Fig. 147 bis 149. — Norditalien: Grotte »Buso dell' Orso« bei Laglio am Westufer des Comosees. — Nach Jeannel zu *Bathysciola* gehörig, jedoch innerhalb dieser Gattung »très isolé... par la structure des ses antennes«. Von allen übrigen in unserem Faunengebiet vorkommenden *Bathysciola*-Arten durch gestreckteren Körper und lange Endglieder der Fühlerkeule auffällig verschieden.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Männlicher Kopulationsapparat verschiedener Bathyscien in der Dorsalansicht.

Fig. 1. *Bathysciola Vallarsae* Halbherr.
Fig. 2. *Bathysciola* (*Hoffmannella*) *makarensis* J. Müll.
Fig. 3. *Bathysciola kerkyrana* Reitt.
Fig. 4. *Bathysciola merditana* Apfb. (der fehlende Basalteil des Kopulationsapparates ist nicht eingezeichnet).
Fig. 5. *Pholeuonella Ganglbaueri* Apfb.
Fig. 6. *Bathysciola curzolensis* Ganglb.

Tafel II.

Fig. 7 bis 11. Männlicher Kopulationsapparat verschiedener Bathyscien in der Dorsalansicht, Fig. 12 in Seitenansicht.

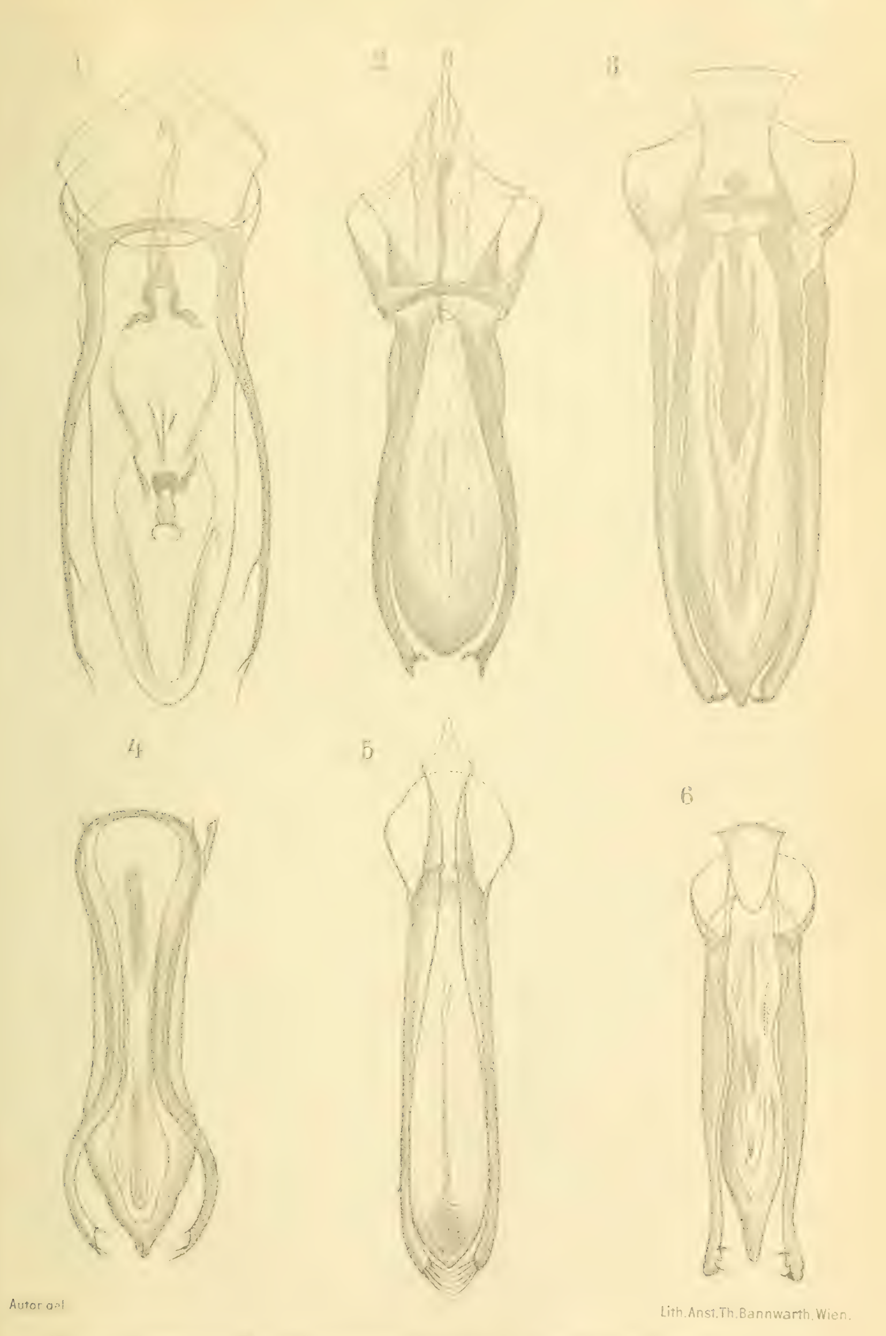
Fig. 7. *Proleonhardella* (*Anisoscapha*) *Winkleri* J. Müll.
Fig. 8. *Proleonhardella* (*Anisoscapha*) *Klimeschi* J. Müll.
Fig. 9. *Neobathyscia antrorum* Dod.
Fig. 10. *Poleuonella Stussineri* J. Müll.
Fig. 11. *Bathyscidius tristiculus fallariosus* J. Müll. Dorsalansicht.
Fig. 12. Detto, Seitenansicht.
Fig. 13. *Anisoscapha Winkleri* J. Müll. ♀ von der Unterseite.

Tafel III.

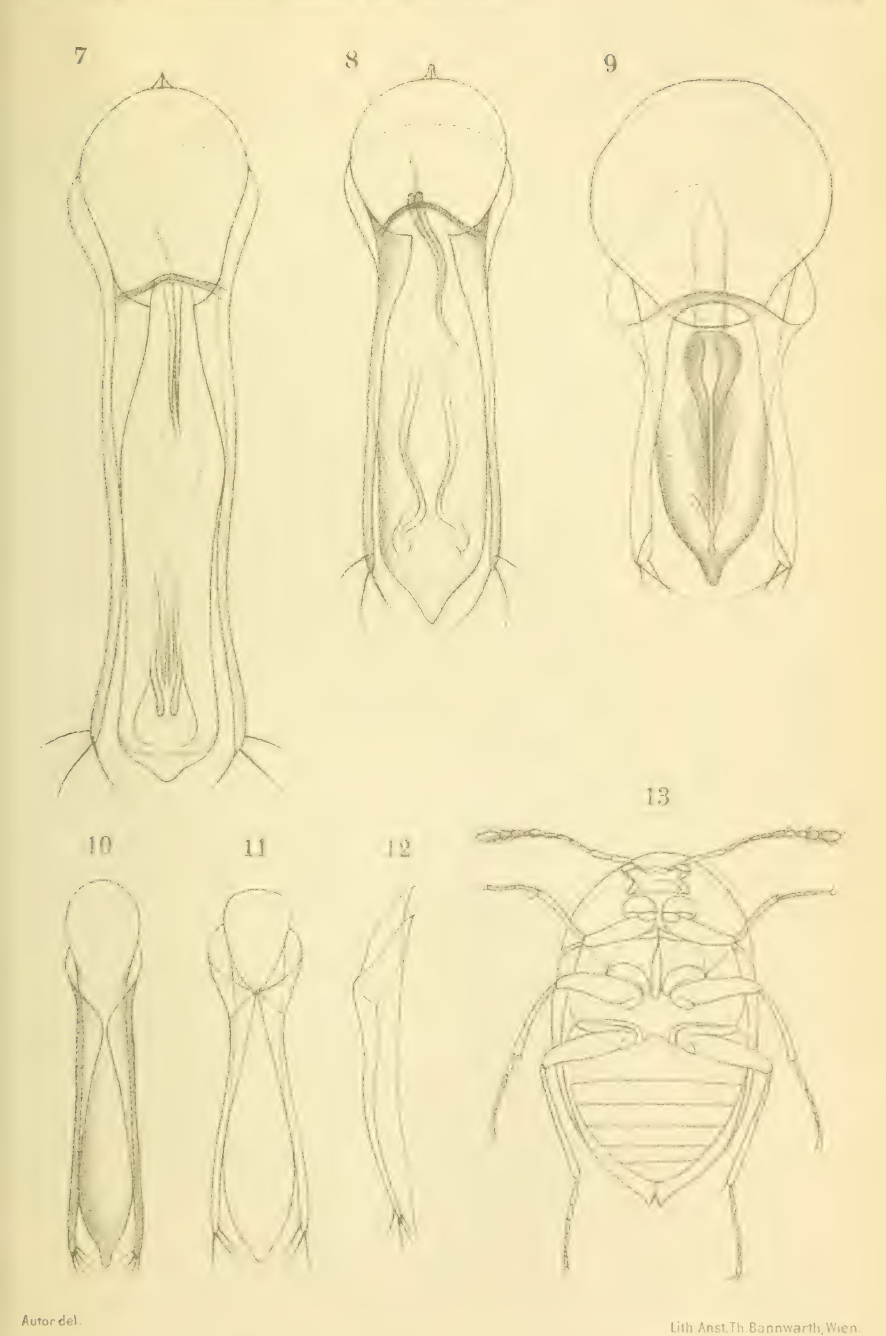
Fig. 14. *Orostygia Moczarskii* J. Müll.
Fig. 15. *Adelopidius Neumanni* J. Müll.

Fig. 16 bis 19. Vorderbeine verschiedener männlicher Bathyscien.

Fig. 16. *Bathyscimorphus byssinus* Schioedte f. typ.
Fig. 17. *Bathysciola silvestris* Motsch.
Fig. 18. *Speonesiotes* (*Albanella*) *Lonae* J. Müll.
Fig. 19. *Proleonhardella Matzenaueri Ottonis* J. Müll.

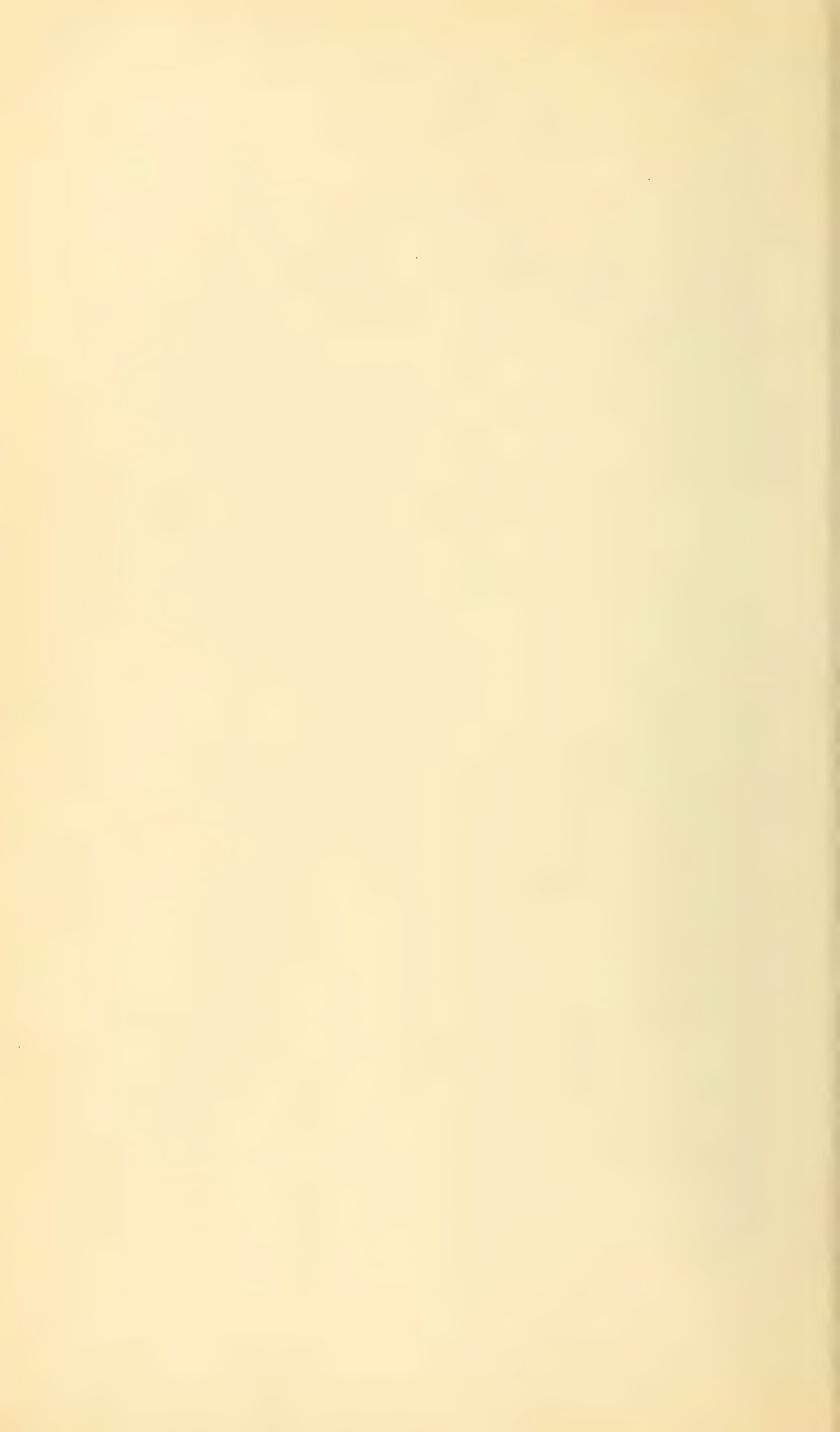

1
2
3
4
5
6
Autor del.
Lith.Anst.Th.Bannwarth, Wien.

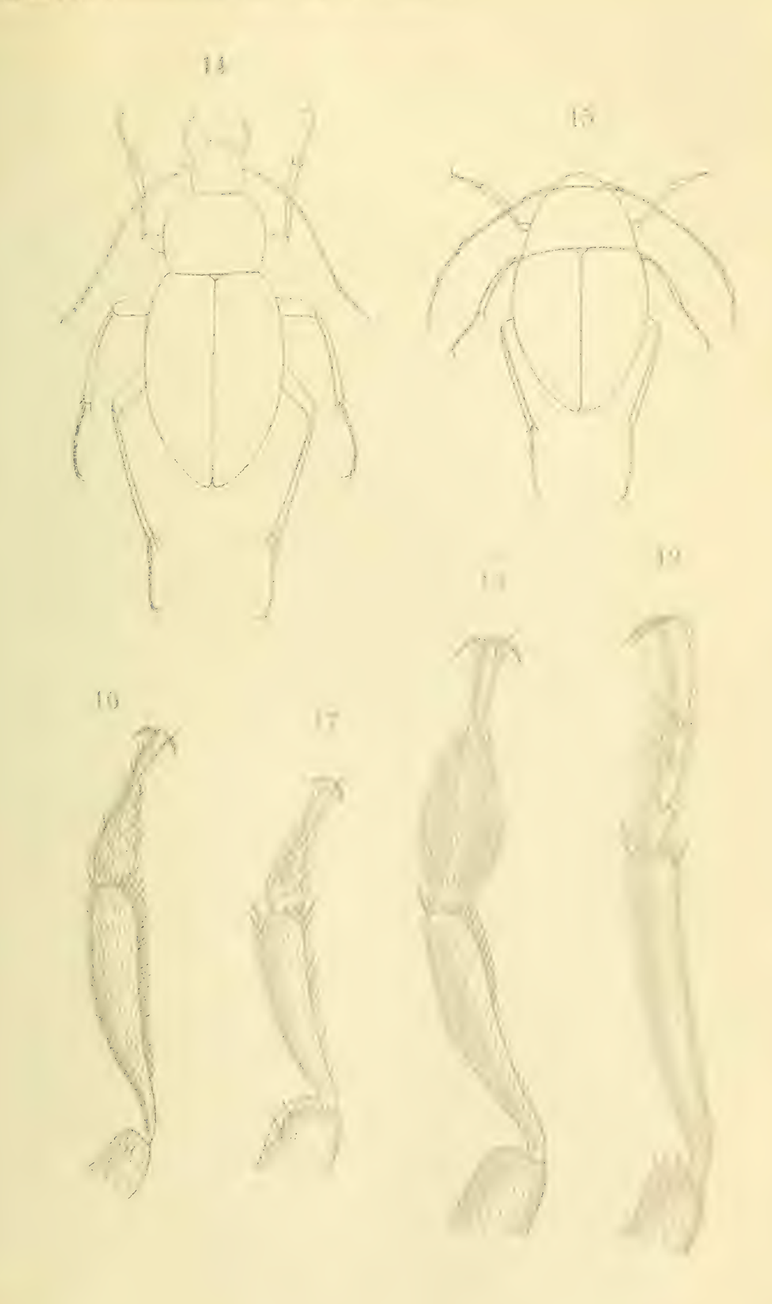




Autor del.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.




14
15
16
17
18
19



Ichthyologische Beiträge (XIX)

Von

Dr. Franz Steindachner
w. M. k. Akad.

(Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1917)

Über die Arten der Gattung Plagioscion Gill. (= Diplolepis Steind.).

1. Plagioscion microps n. sp.

Taf. I, Fig. 1.

Char.: Körperform gestreckter als bei *Plag. squamosissimus*. Analstacheln schlank, der 2. derselben von noch geringerer Höhe als bei letztgenannter Art, c. 6mal in der Kopflänge enthalten. Auge auffallend klein, Durchmesser desselben c. $^1/_{10}$ der Kopflänge gleich. Unterkieferzähne der Innenreihe hakenförmig, verhältnismäßig nicht unbedeutend länger und stärker als die der Außenreihe, durch größere Zwischenräume voneinander getrennt. Im Zwischenkiefer Zähne der Außenreihe größer als die der Innenreihen. Mundwinkel weit hinter das Auge fallend. Kein schwarzer Fleck in der Achselgegend. Schwanzflosse rhombenförmig.

D. X—XI/1/41—43. A. 2/7. V. 1/5. P. 18. L. l. c. 48—50. L. tr. 10—11/1/18—19.

Beschreibung.

Die obere Kopflinie erhebt sich unter mäßiger Konvexität minder rasch zur Dorsale als bei *Plag. squamosissimus*.

Die größte Rumpfhöhe zwischen der Basis der Bauchflossen und dem Beginne der stacheligen Rückenflosse ist c. 4mal, die Kopflänge c. $3^2/_5$ bis $3^3/_{10}$mal in der Körperlänge (mit Ausschluß der langen Schwanzflosse), die größte Kopfbreite c. 2mal, die Stirnbreite c. $3^1/_2$ bis $3^1/_3$mal, die Schnauzenlänge zwischen $3^3/_4$ bis $3^4/_5$mal, die Länge der Mundspalte ein wenig mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten.

Bei geschlossener Mundspalte wird der untere Mundrand von dem oberen umfaßt. Kleine Hundszähne liegen am Außenrande des Zwischenkiefers, von denen der vorderste seitliche größer ist als die folgenden. Merklich größer sind die Hakenzähne in der inneren Zahnreihe des Unterkiefers. Sie sind unter sich von ungleicher Größe und stehen in einiger Entfernung voneinander; ihre Zahl beträgt bei den mir vorliegenden, halberwachsenen Exemplaren jederseits 6.

Die Mundwinkel fallen in vertikaler Richtung weit hinter das Auge, doch noch vor die Längenmitte des Kopfes. Die Schnauze ist stumpf gerundet, die Stirne breit und querüber konvex. Der hintere Rand des Vordeckels ist schräge gestellt und trifft mit dem unteren Rande unter einem nahezu rechten Winkel zusammen, an dessen Spitze ein kleiner Stachel liegt. Auf diesen folgen nach unten einige viel kleinere Zähnchen.

Der hintere Kopfrand ist lappig gesäumt.

Die geringste Höhe des Schwanzstieles unmittelbar hinter dem Ende der gliederstrahligen Dorsale gleicht der Schnauzenlänge, die Länge desselben der Kopflänge zwischen dem vorderen Augenrande und der hinteren Winkelspitze des Kiemendeckels.

Die Stacheln der 1. Dorsale sind äußerst zart und brüchig; der 3. oder 4. höchste Stachel ist zirka halb so lang wie der Kopf.

Die Pektorale steht an Länge dem Kopfe um zirka eine halbe Augenlänge nach. Die Länge der Ventrale gleicht der Entfernung des hinteren Augenrandes von der Spitze des Kiemendeckels.

Die beiden Analstacheln sind zart und kurz wie bei *Plag. squamosissimus*; der längere, 2. Analstachel ist bei Exemplaren von c. 20 bis 30 *cm* Länge kaum 2mal so lang als der Durch-

messer des kleinen Auges, der höchste Gliederstrahl der Anale nahezu halb so lang wie der Kopf.

Die beiden mittleren Kaudalstrahlen sind auffallend stark verlängert, aber gleich den Spitzen der nächst vorangehenden Strahlen bei den mir vorliegenden Exemplaren abgebrochen. Ihre Länge dürfte der des Kopfes gleichen. Die Rumpfschuppen sind am freien Rande äußerst zart gezähnelt. Die Schuppen der Seitenlinie, durch ihre auffallende Größe ausgezeichnet, sind mit kleinen Schuppen überdeckt. Die Seitenlinie setzt sich auf der Kaudale bis zum hintersten Ende der Schwanzflosse fort und durchbohrt auf dieser zwischen den 2 mittleren längsten Strahlen mindestens 35 bis 36 Schuppen.

C. 87 bis 90 Schuppen längs über der Schuppenreihe der Seitenlinie vom Rumpfe bis zur Kaudale.

Zwischen dem Beginne der Seitenlinie und dem der 1. Dorsale liegen 10 bis 11, unter dieser und der Basis der Ventralen c. 18 bis 19 Schuppen in einer Querreihe. Sämtliche Schuppenreihen des Rumpfes laufen schräge von unten und vorne nach oben und hinten. Flossenhaut der 1. Dorsale namentlich zwischen den oberen Enden der Dorsalstacheln zart schwärzlich pigmentiert.

Im Leben hell goldgelb mit Silberglanz.

Totallänge der beschriebenen Exemplare 20·1 bis 20·8 *cm*.

Fundort: Amazonenstrom bei der Onça-Insel.

In der Körperform und durch die geringe Größe der Augen nähert sich *Plag. microps* äußerlich in auffallender Weise dem *Nebris microps*.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	c. 208	c. 214
Körperlänge (ohne C.)	160	168
Kopflänge	49	49
Kopfbreite	27	26
Rumpfhöhe über der Basis der Bauchflossen	40	40
Geringste Höhe des Schwanzstieles	12	12
Schwanzlänge	37	38

	Maße in Millimeter	
Augendurchmesser	5	5
Stirnbreite	14	15
Länge der Schnauze	12	12
» » Mundspalte	23	23
Größte Höhe der stacheligen Dorsale	22	23
» » » gliederstrahligen Dorsale	$16^1/_2$	$16^1/_2$
Abstand des Beginnes der 1. Dorsale vom vorderen Kopfende	48	$49^1/_2$
Länge der Basis der 2. Dorsale	82	82
» » Brustflossen	45	44
» » Bauchflossen	35	35
Abstand der Bauchflossen vom vorderen Kopfende	$49^1/_2$	$51^1/_2$
Höhe des 2. Analstachels	9	10
» » längsten Gliederstrahles der Anale	21	21
Basislänge der Anale	12	12
Abstand der Anale vom vorderen Kopfende	113	121

2. **Plagioscion pauciradiatus** n. sp.

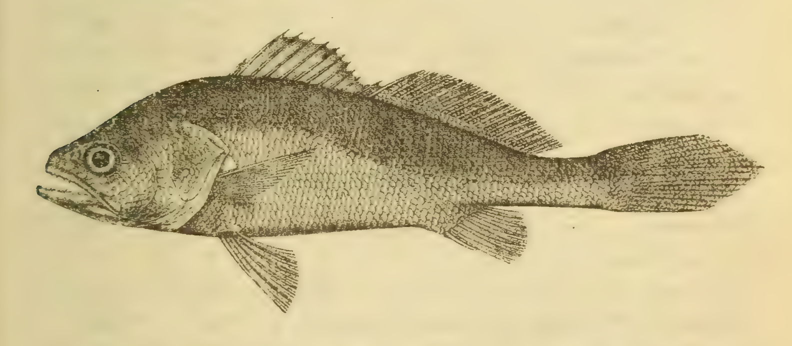
Char.: Körperform gestreckt. Größte Rumpfhöhe der Kopflänge ein wenig nachstehend c. $3^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten. Mundspalte endständig, nach vorne ansteigend, mit ihrem hinteren Ende nur wenig hinter oder unter den hinteren Augenrand in vertikaler Richtung reichend. Kleine Hundszähnchen im Zwischenkiefer in der Außenreihe, im Unterkiefer in der Innenreihe etwas größer als die übrigen wie bei *Pl. squamosissimus* und in einer lockeren Reihe angeordnet. 2. Analstachel schlank, kurz; seine Länge ist $3^1/_2$ bis nahezu 4mal in der Kopflänge enthalten oder c. $1^1/_4$ Augenlängen gleich. Nur 19 bis 20 Gliederstrahlen in der Dorsale, 8 bis 9 Schuppen über, c. 17 unter der Seitenlinie zwischen dem Beginne der Dorsale und der Einlenkungsstelle der Ventrale in einer vertikalen Reihe. Achselgegend ohne schwarzen

Fleck. Schwanzflosse rhombenförmig mit vorgezogenen mittleren Strahlen. Körperseiten silberweiß mit Metallschimmer.

D. 10—11/1/19—20. P. 16—17. V. 1/5. A. 2/8. L. l. c. 50 bis 54. L. tr. c. 8—9/1/17.

Beschreibung.

Körperform gestreckt, in der Schwanzgegend stark komprimiert. Die obere Kopflinie ist in der Stirngegend sehr schwach konkav, steigt hinter derselben unter sehr schwacher Konvexität gleichförmig bis zum Beginn der Dorsale an, fällt jedoch vor dem Auge über der Schnauze ziemlich rasch unter stärkerer Bogenkrümmung zum vorderen Mundende ab.



Die größte Rumpfhöhe ist $3\frac{2}{3}$ mal, die Kopflänge etwas mehr als 3 mal in der Körperlänge (ohne C.), die geringste Schwanzhöhe $3\frac{5}{7}$ bis $3\frac{1}{2}$ mal, die Schwanzlänge c. $1\frac{1}{3}$ bis $1\frac{2}{5}$ mal, der Augendurchmesser c. 5 mal, die Mundlänge c. 2 mal in der Kopflänge enthalten.

Die Schnauzenlänge übertrifft bei den mir vorliegenden jungen Exemplaren nur wenig die Augenlänge, letztere gleicht der Stirnbreite. Der Vordeckelwinkel ist gerundet und gleich dem nächstgelegenen Teile des aufsteigenden Randes äußerst zart gezähnelt.

Der 2. Analstachel ist sehr schlank, kurz, die Pektorale unbedeutend kürzer oder länger als die Ventrale.

Durch die geringe Zahl der Gliederstrahlen in der 2. Dorsale und der Schuppen über und unter der Seitenlinie nähert sich diese Art dem *Plag. (Johnius) heterolepis* Blkr. am meisten

und unterscheidet sich von diesem durch eine noch geringere Zahl von Gliederstrahlen in der Dorsale und eine größere Anzahl von Schuppen zwischen der höchsten Krümmungsstelle der Seitenlinie und der Basis des ersten Stachels der stacheligen Dorsale in einer Querreihe.

3 Exemplare, 9·7 bis 12·7 *cm* lang (bis zur hintersten Spitze der C.) aus dem Brack- und Salzwasser bei Paramaribo.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	12·7	11·3
Körperlänge (ohre C.)	10·4	9·2
Größte Rumpfhöhe	29	26
Gerirgste Schwanzhöhe	9	8
Schwanzlänge	22	21 1/2
Kopflänge	31 1/2	28
Kopfbreite	14	14
Augendurchmesser	7	6 1/2
Stirnbreite	7	6 1/2
Schnauzenläuge	8	7
Mundlänge	15	14
Abstand der 1. Dorsale vom vorderen Kopfende	39	35
Basislänge der gliederstrahligen Dorsale	35	32
Länge der Brustflossen	19	18
» » Bauchflossen	20	17
Abstand der Einlenkungsstelle der Bauchflossen vom vorderen Kopfende	36	31
Höhe des 2. Analstachels	8	8
Basislänge der Anale	12	11
Höchster Gliederstrahl der Anale	17	15 1/2

3. Plagioscion heterolepis (Blkr).

Iohnius heterolepis Blkr., Archives Néerlandaises des Sc. exact. et natur. T. VIII, 1873, p. 457. Pl. XXI.

Plagioscion heterolepis Eig., Catal. of the Freshwater Fishes of Tropical and South Temparate America, Patagon. Expeditions: Zoology pt. IV, p. 468 (1909 or 1913?) nom. tant.

Zur Vervollständigung meines Berichtes über die *Plagioscion*-Arten führe ich hier auch diese Art an, die bisher nur in den zwei typischen Exemplaren Bleeker's von 145 und 153‴ aus Surinam bekannt ist.

Die beiden Analstacheln sind sehr zart, kurz: der längere 2. Stachel ist nur wenig länger als der Augendurchmesser, der 4mal in der Kopflänge enthalten ist.

Nach Bleeker fällt das hintere Mundende ein wenig vor den hinteren Augenrand, die 2. Dorsale enthält 28 bis 29 Gliederstrahlen (gegen 19 bis 20 bei *Plag. pauciradiatus* m.) und zwischen der Seitenlinie und der stacheligen Dorsale 4 (bei *Plag. pauciradiatus* m. dagegen 8 bis 9).

Längs über der Seitenlinie bis zum Beginn der Kaudale ziehen nach Bleeker c. 40 Schuppenreihen schräge nach oben und hinten bei *Plag. heterolepis*, während ich deren mindestens c. 65 bis 70 bei *Plag. pauciradiatus* zähle.

4. Plagioscion squamosissimus (Heck).

Taf. I, Fig. 2, und Taf. II, Fig. 1.

Sciaena squamosissimus Heck., Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte, Bd. II, 1840, p. 438, tab. XXX, fig. 26—28 (Schuppen).

Sciaena ?rubella Schomburgk, Naturalist's Library, Ichthyology, Vol. V. Fishes of Guiana. Pt. II, 1843, p. 133.

Johnius crouvina Castelnau, Exped. dans les parties centr. de l'Amérique du Sud, Poissons, 1855, p. 11, pl. V, fig. 1 (adult.).

— *amazonicus* Castelnau, l. c., p. 12, pl. IV, fig. 1.

Sciaena amazonica Gehr., Cat. Fish. Brit. Museum, Vol. II, 1860, p. 284.

— *crouvina* Gehr., l. c., p. 287.

Diplolepis squamosissimus (Heck.) Steind., diese Sitzungsber., Bd. 48, Abt. I, Jahrg. 1863, p. 163.

Otolithus amazonicus Blkr., Nederl. Tijdschr. voor de Dierkunde. Jaarg. II, 1865, p. 257.

Pseudosciaena squamosissima Blkr., Arch. Néerland. des Scienc. exact. et natur. Tome VIII, 1873, p. 459.

Plagioscion squamosissimus Jord. and Eig., Review of the Sciaen. of America and Europe, Ann. Rep. of the Commiss. of Fish and Fisheries for 1886. Wash. 1889, p. 381, 382.

— *squamosissimus* Eigenm., The Freshw. Fish. of Brit. Guiana. Mem. of the Carneg. Mus. Vol. V, 1911, p. 472.

Die bisher gegebenen Beschreibungen dieser in den großen Strömen des östlichen Südamerikas so weitverbreiteten Art beziehen sich fast ausschließlich auf große Exemplare. Nur bei diesen ist der 2., übrigens stets schlanke und kurze Analstachel kaum länger als das Auge und seine Länge 4 bis $5^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten (siehe Jord. and Eig., Review of the Sciaen. of America and Europe).

Ganz abweichend hiervon sind diese Maßverhältnisse bei jungen und halberwachsenen Individuen. So ist z. B. bei jungen Exemplaren von 12·4 bis 14·4 *cm* Länge (ohne C.) die Höhe des Analstachels durchschnittlich 3 mal, selten $3^1/_4$ bis $3^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten und gleicht $1^2/_3$ bis 2, selten nur $1^1/_3$ Augenlängen, bei älteren Exemplaren von 19·1 bis 30·1 *cm* Länge (ohne C.) aber ist die Höhe des 2. Analstachels bereits $3^1/_4$ bis $3^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten und $1^3/_5$ bis $1^1/_8$ Augenlängen gleich.

Der 2. Analstrahl ist stets schlank und kurz, doch bei einigen der von mir untersuchten Exemplare, so z. B. von Pará merklich stärker als bei der Mehrzahl der anderen vom gleichen Fundort: eines dieser Exemplare von Pará ist auf Taf. I, Fig. 2 abgebildet.

Ein mehr minder stark entwickelter Achselfleck ist bei sämtlichen von mir untersuchten Exemplaren sehr auffallend bemerkbar, nur bei zwei jungen Individuen von 11·3 und 12·8 *cm* Länge (ohne C.) aus dem Salz- und Brackwasser von Paramaribo in Holländisch-Guyana fehlt ein dunkler Achselfleck spurlos und es ist zugleich der 2. Analstachel ein wenig länger und nur $2^2/_3$ bis $2^3/_4$ mal in der Kopflänge enthalten. Bei der Schlankheit dieses Stachels und wegen Mangel anderer Unterscheidungsmerkmale, wie z. B. in der Kieferbezahnung, Schuppen- und Flossenstrahlenzahl sowie in der Körperform halte ich eine Arttrennung dieser zwei Exemplare für nicht gerechtfertigt.

Die Schwanzflosse ist stets rhombenförmig und die mittleren Strahlen derselben sind stets über den hinteren Rand der Flosse vorgezogen, stoßen sich wegen der Zartheit und Brüchigkeit dieser fadenförmigen Verlängerungen, namentlich bei älteren Individuen beim Fangen sehr leicht ab, so daß

dann die Kaudale am hinteren Rande mehr minder stark gerundet erscheint; auf ein derart beschädigtes großes Exemplar ist Castelnau's *Plag. crouvina* basiert.

Die Strahlen der 2. Dorsale, der Anale und Kaudale sind bis in die Nähe des freien Flossenrandes bei frischen Exemplaren überschuppt und es fallen diese Schuppen bei Weingeistexemplaren, besonders bei Konservierung in schwachem Alkohol leicht ab, ebenso in der hinteren Rumpfhälfte die die Schuppen der Seitenlinie überdeckenden kleinen Schuppen. Am besten erhalten sich die dicht aneinandergedrängten Schuppen der Schwanzflosse.

Der nicht überschuppte Teil der gliederstrahligen Dorsale ist sehr zart dunkel angeflogen, ebenso die stachelige Dorsale, bei der zuweilen die dunkle Punktierung tiefer hinabreicht.

Die äußeren Zähne im Zwischenkiefer und die inneren im Unterkiefer sind größer und stärker als die übrigen Kieferzähne und bilden im Unterkiefer eine lockere Reihe, da sie in einiger Entfernung voneinander liegen.

Plagioscion squamosissimus (Heck.) erreicht unter allen bisher bekannten *Plagioscion*-Arten die bedeutendste Größe. Johann Natterer sah Exemplare von mehr als 2 Fuß Länge im Rio branco und Rio negro, wie Heckel l. c. anführt. Auch R. H. Schomburgk hebt in seiner Beschreibung von *Sciaena ?rubella*, die wohl nur als *Plag. squamosissimus* gedeutet werden kann, die bedeutende Größe dieser Art, die in den Flüssen Guyanas, besonders zahlreich im Barima und Corentyn vorkommt und die Hauptnahrung der Warran-Indianer bildet, ausdrücklich hervor (siehe Fishes of Guyana, Pt. II, p. 133). Jedenfalls kommt *Plag. squamosissimus* im Amazonenstromgebiete häufiger vor als *Plag. auratus* und wird als »*Pescada*« von letzterer, der dunkler gefärbten Art, der *Pescada preta* unterschieden.

Das Wiener Hofmuseum besitzt Exemplare aus dem Amazonenstrome bei Pará, Tabalinga und Teffé, aus dem Hyavary, Rio negro, Rio branco, aus dem Maroni-Fluß (Taf. II, Fig. 1) an der Grenze von Holländisch- und Französisch-Guyana, aus dem Demerara-Fluß in Britisch-Guyana und aus dem Orinoco bei Ciudad-Bolivar.

	Maße in Millimeter								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Totallänge	14·6	15·6	15·7	16·4	18·4	19	23·7	27	30·1
Körperlänge (ohne C.)	11·3	12·6	12·5	12·8	14·4	14·7	19·1	22·5	26
Größte Rumpfhöhe	3·4	3·7½	3·8	3·8	4·1	4·6	6	6	7·8
Geringste Höhe des Schwanzstieles	1	1	1	1	1·15	1·3	1·8	2	2·6
Länge des Schwanzstieles	3	3·2	3	3·1	3·45	3·6	4·85	5·05	6·3
Kopflänge	3·9	4·2	4·2	4·3	4·7	4·9	6·2	8	8·5
Kopfbreite	1·8	1·8	1·8	2	2·3	2·1	3·2	3·6	3·9
Mundlänge	1·8	1·8½	19	2	2·4	2·3	2·7	3·2	3·5
Augenlänge	0·8	0·9½	0·8½	0·9	0 8	1	1·2	1·5	1·5
Stirne	0·0	0·7	0·8	0·9	1·05	1	1·5	1·5	2
Schnauze	1	1·05	1·05	1	1·2	1·2	1·5	1·75	2·2
Abstand der stacheligen Dorsale vom vorderen Kopfende	4·1	4·6	4·1	4·5	5	5·4	6·6	7·8	9·2
Abstand der Einlenkungsstelle der Ventralen vom vorderen Kopfende	4	3·8½	4·6	4·5	4·9	5·1	6·2	6·9	7·9
Länge der Pektoralen	3	3·05	3·15	3·1	3·65		4·8	5·9	6
» » Ventralen	2·8	2·9	3	2·4	3·4	3·4	4·6	4·9	5·4
Höhe des 2. Analstachels	1·4	1·8	1·4	1·6	1·6	1·7	1·9	1·7	2·3
Höhe der längsten Gliederstrahlen der Anale	1·9	1·9	2	2·1	2·3	2·2	2·7		3
Basislänge der Anale	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·2	1·6	1·7½	2

D. 10/1/32—34. A. 2/6—7. L. l. 44—48. L. tr. c. 12—13/1/19—21.

5. Plagioscion ternetzii Blgr.

Plagioscion ternetzii Blgr., Proc. Zool. Soc. of London, 1895, p. 523.
— Trans. Zool. Soc. of London, Vol. XIV, Pt. II, No 1, 1896, p. 25, Pl. III.

Das im Wiener Hofmuseum befindliche Exemplar zeigt eine etwas gestrecktere Körperform als das von Dr. Boulenger abgebildete Exemplar der beiden typischen Exemplare des britischen Museums und wurde gleich letzteren von Dr. C. Ternetz in Paraguay (bei Hapita punta) gesammelt.

In der Kürze des 2. Analstachels steht *Plag. ternetzii* dem *Plag. squamosissimus* am nächsten und trägt wie letztere Art einen tiefschwarzen Fleck in der Achselgegend, den Boulenger nicht erwähnt, unterscheidet sich aber wesentlich von *Plag. squamosissimus* durch die viel bedeutendere Stärke des 2. Analstachels, dessen Länge bei mindestens über halberwachsenen Exemplaren $^1/_3$ der Kopflänge gleicht.

Bei dem mir vorliegenden Exemplar des Wiener Museums von 21·9 *cm* Länge (mit Ausschluß der Kaudale) ist die Rumpfhöhe c. $3^1/_4$ mal, die Kopflänge etwas weniger als 3 mal (c. $2^{14}/_{15}$ mal) in der Körperlänge (ohne C.), der Augendurchmesser 5 mal, die Stirnbreite $4^1/_6$ mal, die Schnauzenlänge $3^3/_4$ mal, die Länge der Mundspalte (bis zum hinteren Rande oder Ende des Oberkiefers gemessen) $2^3/_{11}$ mal, die Höhe des 4., längsten Stachels der 1. Dorsale $2^1/_2$ mal, die Länge der Pektorale $1^4/_{11}$ mal, die der Ventrale etwas mehr als $1^2/_5$ mal, die Höhe des kräftigen Analstachels 3 mal, die Höhe des Schwanzstieles c. $3^1/_7$ mal, die Länge desselben $1^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Außenzähne im Zwischen- und die seitlich gelegenen Innenzähne im Unterkiefer sind bedeutend länger als die übrigen und namentlich letztere in lockerer Reihe (nur c. 7 Zähne) angeordnet, wie bei *Plag. squamosissimus*. Das hintere Ende des Oberkiefers fällt in vertikaler Richtung nur wenig hinter das Auge.

Der hintere aufsteigende Rand des Vordeckels ist, unter der Lupe gesehen, äußerst zart gezähnelt; ein wenig stärker sind die Zähnchen am gerundeten Vordeckelwinkel und liegen in dem häutigen Randsaume des Vordeckels verborgen. Ein sehr stark verschwommener dunkler Fleck etwas über der Höhenmitte des Kiemendeckels nächst dessen Vorderrande.

Die obere Profillinie des Kopfes ist in der Stirngegend konkav, steigt hinter dieser bis zum Beginn der stacheligen Dorsale unter gleichmäßiger Bogenkrümmung ziemlich rasch an und fällt vor dem Auge steiler, schwach konvex zum vorderen Mundende ab. Der untere Mundrand wird bei geschlossener Mundspalte von dem oberen umfaßt.

	Maße in Millimeter
Totallänge	c. 27
Körperlänge	21·9
Größte Rumpfhöhe	6·6
Höhe des Schwanzstieles	2·2
Länge » »	5·4
Kopflänge	7·5
Kopfbreite	3·4
Mundlänge	3·3
Augendurchmesser	1·5
Stirnbreite	1·8
Schnauzenlänge	2
Abstand der 1. Dorsale vom vorderen Kopfende	8·3
» » Ventrale » » »	7·4
Länge der Pektorale	5·5
» » Ventrale	4·8 1/2
» des 2. Analstachels	2·5
Größte Höhe der Anale (am 2. Gliederstrahle)	3
» » » 1. Dorsale (am 5. Stachel)	3
Basislänge der Anale	2

5 bis 6 Rechenzähne am oberen, ferner rechts 13, links 14 am unteren Aste des 1. Kiemenbogens bei dem hier beschriebenen Exemplare. Die Seitenlinie durchbohrt 46 bis 47 Schuppen (bis zum Beginne der Schwanzflosse); längs über derselben

ziehen zirka 100 Schuppen schräge nach oben und hinten zur Rückenlinie des Rumpfes.

D. 10/1/35. A. 2/7. L. lat. 46 an 47. L. tr. 13/1/c. 22.

6. **Plagioscion francisci** n. sp. (?)

Taf. II, Fig. 2.

Char.: Körperform gestreckt. Obere Kopflinie in der Stirngegend schwach konkav, längs über der Schnauze schwächer konvex als am Hinterhaupte und ohne raschen Abfall. Außenzähne im Zwischen-, und Innenzähne im Unterkiefer bedeutend länger als die übrigen, im Unterkiefer eine locker stehende Reihe bildend. Rumpfhöhe 3 bis $3^{1}/_{2}$mal, Kopflänge etwas weniger als 3mal in der Körperlänge (ohne C.), Augendurchmesser c. $5^{1}/_{2}$ bis $5^{4}/_{5}$mal, Höhe des 2. kurzen, kräftigen Analstachels $3^{1}/_{3}$ bis $3^{1}/_{2}$mal in der Kopflänge enthalten. Dunkler Achselfleck fehlend.

Beschreibung.

Bezüglich der mäßigen Länge, aber bedeutenderen Stärke des 2. Analstachels steht die hier zu beschreibende, wie ich glaube, neue Art dem *Plag. ternetzi* sehr nahe und unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch die schwache Krümmung und geringe Senkung der Schnauze zum vorderen Kopfende und durch das Fehlen eines schwarzen Achselfleckes, der für *Plag. squamosissimus*, *Plag. ternetzi* und *Plag. auratus* charakteristisch ist.

Auch steigt die obere Kopflinie in der Hinterhauptgegend minder rasch und unter schwächerer Konvexität zum Beginne der stacheligen Dorsale an als bei *Plag. ternetzi.*

Die größte Rumpfhöhe steht der Kopflänge ein wenig nach und ist unbedeutend weniger als 3mal, die größte Rumpfhöhe $3^{1}/_{2}$ bis 3mal bei erwachsenen Exemplaren in der Körperlänge enthalten.

Die Stirnbreite übertrifft die Augenlänge nur wenig, die Schnauzenlänge gleicht c. $2^{1}/_{2}$ Augenlängen und ist c. 4mal in der Kopflänge enthalten.

Die Mundwinkel fallen in vertikaler Richtung ein wenig hinter das Auge.

Der aufsteigende Rand des Vordeckels ist stark nach hinten und unten geneigt, äußerst schwach konkav; Vordeckelwinkel gerundet, in der Regel mit 2 bis 3 kleinen, zarten Dornen besetzt, die in dem häutigen Randsaum verborgen liegen. 7 Rechenzähne am oberen, 14 bis 15 am unteren Aste des ersten Kiemenbogens.

Pektorale ein wenig länger als die Ventrale. Der 1. Gliederstrahl der letzteren ist nicht fadenförmig vorgezogen.

2. Analstachel kurz, aber sehr kräftig. Seine Länge ist c. $3^1/_3$ bis $3^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten und gleicht demnach c. $1^1/_2$ bis $1^2/_3$ Augenlängen. Bei einem der uns vorliegenden Exemplare ist dieser Stachel infolge eines verheilten Bruches abnorm gestaltet, in der basalen Längenhälfte kräftig, breit, in der unteren sehr schlank und im ganzen etwas kürzer als normal (4 mal in der Kopflänge enthalten).

Kaudale rhombenförmig, die mittleren, wahrscheinlich über den hinteren Flossenrand stark vorgezogenen Flossenstrahlen sind bei den mir vorliegenden Exemplaren nicht vollständig erhalten.

Schuppen am Rumpfe und Hinterhaupte sowie am Kiemendeckel ktenoid.

Die Seitenlinie durchbohrt c. 47 bis 48 Schuppen am Rumpfe; über derselben liegen c. 12 bis 13, unter derselben c. 20 bis 23 in einer Querreihe zwischen der Einlenkungsstelle der Ventralen und der Basis des 1. Stachels der stacheligen Dorsale.

C. 91 Schuppenreihen laufen längs über der Seitenlinie am Rumpfe schräge nach hinten und oben zur Rückenlinie.

3 Exemplare, 30·3 bis 32 *cm* lang, von Barra, zwischen der Mündungsstelle des Rio grande und dem Rio S. Francisco während der brasilianischen Expedition der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften 1903 gefangen. Bei sämtlichen Exemplaren ist die Kaudale am hinteren Rande abgestoßen.

D. 10/1/32. A. 2/6—7. L. l. 47 an 48. L. tr. 12—13/c. 20—23.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	c. 38·5	c. 36
Körperlänge (ohne C.)	31·9	30·3
Größte Rumpfhöhe	10·6	8·7
Geringste Schwanzhöhe	3	2·7
Schwanzlänge	7·8	7·1
Kopflänge	11·1	10·4
Kopfbreite	4·6	4·4
Länge des Auges	1·9	1·9
Stirnbreite	2·4	2
Schnauzenlänge	2·8	2·7
Länge der Mundspalte (bis zum hinteren Ende des Oberkiefers)	5	4·6
Breite der Mundspalte	3·2	3·2
Länge der Pektorale	7	6·7
» » Ventrale	6·1	5·7
Abstand des Beginnes der 1. Dorsale vom vorderen Kopfende	11·4 1/2	10·7
Abstand der Einlenkungsstelle der Ventrale vom vorderen Kopfende	10·9	10·2
Höhe des 2. Analstachels	3·1	3
Basislänge der Anale	2·9	2·5

7. **Plagioscion auratus** (Casteln.).

Syn.: *Johnius auratus* Casteln., Exped. dans les parties centr. de l'Amer. du Sud. Zool. Poiss. (Paris, 1855), p. 12, Pl. IV, fig. 2.

Sciaena aurata Gthr., Cat. Fish. Brit. Museum, II, 287, 1860.

Plagioscion auratus Jord. and Eigenm., A Review of the Sciaenidae of America and Europe. Report of Commiss. of Fish and Fisheries, 1886, p. 381, 383.

— The Freshw. Fishes of Brit. Guiana. Memoirs of the Carnegie Mus., V, 1911, p. 472.

Die von Castelnau gegebene Beschreibung dieser Art ist völlig ungenügend, die Abbildung derselben aber charakteristisch gehalten. *Plag. auratus* unterscheidet sich, abgesehen

von der Länge und Stärke des vollkommen geraden 2. Analstachels von den übrigen *Plagioscion*-Arten hauptsächlich durch die geringere Größe und viel größere Anzahl der Hakenzähne in der Innenreihe am Unterkiefer. Sie stehen daher auch bedeutend dichter aneinandergereiht als bei *Plag. squamosissimus, Plag. surinamensis, Plag. ternetzi* etc.[1] Überdies ist die Pektorale kürzer als die Ventrale, da deren erster Gliederstrahl mäßig fadenförmig verlängert ist.

Die Höhe des 2. kräftigen Analstachels ist bei jüngeren Exemplaren nur wenig mehr als 2mal, bei einem größeren von 39 *cm* Länge $2^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten und c. 3mal länger als der Augendurchmesser. Auch die Schnauzenlänge variiert je nach dem Alter ein wenig in ihrem Verhältnis zur Kopflänge und ist bei einem Exemplar von 23·4 *cm* Länge (mit Ausschluß der C.) 4mal, bei einem Exemplar von 31·2 *cm* Länge $3^4/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der hintere Rand des Vordeckels zeigt am gerundeten hinteren Winkel zarte, zahnartige Einkerbungen, die im vorgerückten Alter verschwinden.

Die größte Rumpfhöhe gleicht durchschnittlich der Kopflänge; letztere ist c. $3^1/_3$ mal in der Körperlänge enthalten.

Der stark komprimierte Schwanzstiel ist c. $2^4/_5$ bis $2^6/_7$ mal länger als hoch.

Die Seitenlinie durchbohrt c. 48 bis 52 Schuppen am Rumpfe bis zum Beginne der Schwanzflosse. Zwischen dem höchsten Stande der Seitenlinie und der Basis des 1. Stachels der stacheligen Dorsale liegen c. 10 bis 12, unter demselben bis zur Basis der Ventralen c. 18 bis 19 schräge verlaufende Schuppenreihen; längs über der Seitenlinie zähle ich bei dem größten Exemplare unserer Sammlung von 31·2 *cm* Länge c. 90 Schuppen.

---

[1] Eigenmann's Bemerkung in seinem Werke über die Süßwasserfische von Britisch-Guyana: »Teeth of the upper jaw subequal. None of the teeth of the lower enlarged« ist nicht ganz wörtlich zu nehmen, denn die Zähne der äußeren Reihe im Zwischenkiefer sind ganz deutlich länger und stärker als die der inneren Reihe und die Unterkieferzähne der Innenreihe merklich, wenn auch nicht sehr bedeutend länger als die der Außenreihe.

Bei tadellos erhaltenen Individuen sind die mittleren vorgezogenen Strahlen der rhombenförmigen Kaudale nur um c. $^1/_2$ bis 1 Augenlänge kürzer als der Kopf.

B. branch. 8/13. D. 10/1/33—34. A. 2/6—7 (durch Teilung des letzten Strahles). P. 18. V. 1/5. L. l. 48—52. L. tr. 10—12 /1/18—19.

Der basale Teil der oberen Pektoralstrahlen trägt an seiner Hinterseite einen tief schwarzen Fleck.

Das typische Exemplar zu Castelnau's Beschreibung stammt aus dem Ucayale.

Die hier beschriebenen Exemplare wurden von mir während der brasilianischen Expedition der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Pará gesammelt, einige derselben sind dunkel goldbraun, andere sehr hell goldgelb in der unteren Körperhälfte und mit silberigem Schimmer, etwas dunkler in der oberen.

	Maße in Millimeter		
Totallänge	25	30	39
Körperlänge (mit Ausschluß der Kaudale)	19·5	23·4	31·2
Größte Rumpfhöhe	5·9	7·2	9·5
Höhe des Schwanzstieles	1·8	2·2	2·8
Länge » »	5·1$^1/_2$	5·9	7·9
Kopflänge	5·9	7·3	9·4
Kopfbreite	c. 3·3	c. 3·8	4·5
Mundlänge	2·7	3·2	4·3
Länge des Auges	1	1·2	1·4
Stirnbreite	1·6	1·9$^1/_2$	2·5
Länge der Schnauze	1·6	1·8	2·5
Abstand der stacheligen Dorsale vom vorderen Kopfende	6·4	7·9	8·3
Abstand der Ventrale vom vorderen Kopfende	6·4	7·9	8·1
Länge der Ventrale	5·2	6·4	7
» » Pektorale	4·5	5·5	6·5
Höhe des 2. Analstachels	2·7$^1/_2$	3·5	4
Größte Höhe der gegliederten Analstrahlen	3·1	3·7	5

Jordan und Eigenmann und ich selbst untersuchten Exemplare derselben Art auch aus dem Rio S. Francisco und dem La Plata.

8. Plagioscion surinamensis (Blkr.).

Syn.: *Pseudosciaena surinamensis* Blkr., Archives Néerlandaises des Sc. exactes et naturelles, Tom. VIII, 1873, p. 458, pl. 21; unterste Figur.

Sciaena Magdalenae n. sp. (an *Sciaena surinamensis* Blkr. adult?) Steindachner, Zur Fischfauna des Magdalenenstromes; Denkschr. der mathem.-naturw. Klasse der Kaiserl. Akademie der Wissensch., Bd. XXXIX, p. 22, Taf. I, Fig. 1, 1878.

Sciaena surinamensis (Blkr.) Steindachner, Zur Fischfauna des Cauca und der Flüsse bei Guayaquil; l. c., Bd. XLII, p. 56, 1880.

Plagioscion surinamensis (Blkr.), Jordan and Eig., A Review of the Sciaenidae of America and Europe; Annual Rep. of the Comm. of Fish and Fisheries for 1886. Washington 1889, p. 382 (nom. tant.).

Diese der Stärke und Länge des 2. Analstachels nach dem *Plag. auratus* zunächst stehende Art wurde zuerst von Bleeker nach einem jungen, nur 116‴ langem Exemplare aus Surinam ohne nähere Angabe des Fundortes beschrieben. Ich selbst erhielt einige Jahre später vorzüglich gut konservierte große Exemplare aus dem Magdalenenstrome und dessen Zuflusse, dem Cauca, die ich anfänglich für Repräsentanten einer fraglich neuen Art (*Sc. Magdalenae* n. sp.?) deuten zu dürfen glaubte. Doch bereits in der Tafelerklärung meiner Abhandlung über die Fische des Magdalenenstromes (l. c., p. 60) sprach ich mich für deren Identität mit Bleeker's *Sciaena (Pseudosciaena) surinamensis* Blkr. aus.

Nach Bleeker ist bei dem jungen Exemplar von 116‴ die Länge des 2. Analstachels zirka halb so lang wie der Kopf und c. 2 Augenlängen gleich, bei größeren Individuen dagegen von 24·2 bis 29·2 *cm* Länge, ist der 2. Analstachel nur mehr $1^3/_4$ bis $1^1/_7$ mal in der Körperlänge enthalten, dagegen ebenso lang wie $2^5/_6$ bis $3^1/_2$ Augendurchmesser.

In der Bezahnungsweise des Unterkiefers nähert sich *Plag. surinamensis* ein wenig dem *Plag. auratus*, indem die

Zähne der Innenreihe bereits merklich kleiner und etwas zahlreicher, daher auch ein wenig näher aneinander gerückt sind als bei gleich großen Exemplaren von *Plag. squamosissimus.*

Kaudale rhombenförmig, mit stark vorgezogenen mittleren Strahlen und, wenn vollständig erhalten, von nahezu einer Kopflänge.

Bei sämtlichen von mir untersuchten Exemplaren von *Plagioscion surinamensis* ist der 2. Analstachel schwach säbelförmig gebogen, komprimiert und kräftiger als bei *Plag. auratus*; der erste Gliederstrahl der Ventrale läuft in einen zarten Faden aus und ist mit diesem ebenso lang als die Pektorale.

Als sicheren Fundort dieser Art, die eine Länge von mindestens 63 *mm* erreicht, kennt man derzeit nur das Stromgebiet des Rio Magdalena.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	24·2	29·2
Körperlänge	19·0	23·19
Rumpfhöhe	5·4	7·0
Schwanzhöhe	1·6	2·0
Schwanzlänge	5·1	6·9
Kopflänge	5·9	7·6
Augenlänge	1	1·2
Stirnbreite	1·1	1·3
Schnauzenlänge	1·3	1·6½
Länge der Mundspalte	2·6	3·2½
» des 2. Analstachels	3·5	4·3

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Plagioscion microps* n. sp.

» 2. » *squamosissimus* (Heck.) nach einem jungen Exemplar von Pará mit etwas kräftiger entwickeltem 2. Analstachel.

Tafel II.

Fig. 1. *Plagioscion squamosissimus* (Heck.) mit normal entwickeltem 2. Analstachel.

» 2. *Plagioscion francisci* n. sp. in $^{2}/_{3}$ nat. Gr. aus dem Rio S. Francisco bei Barra.

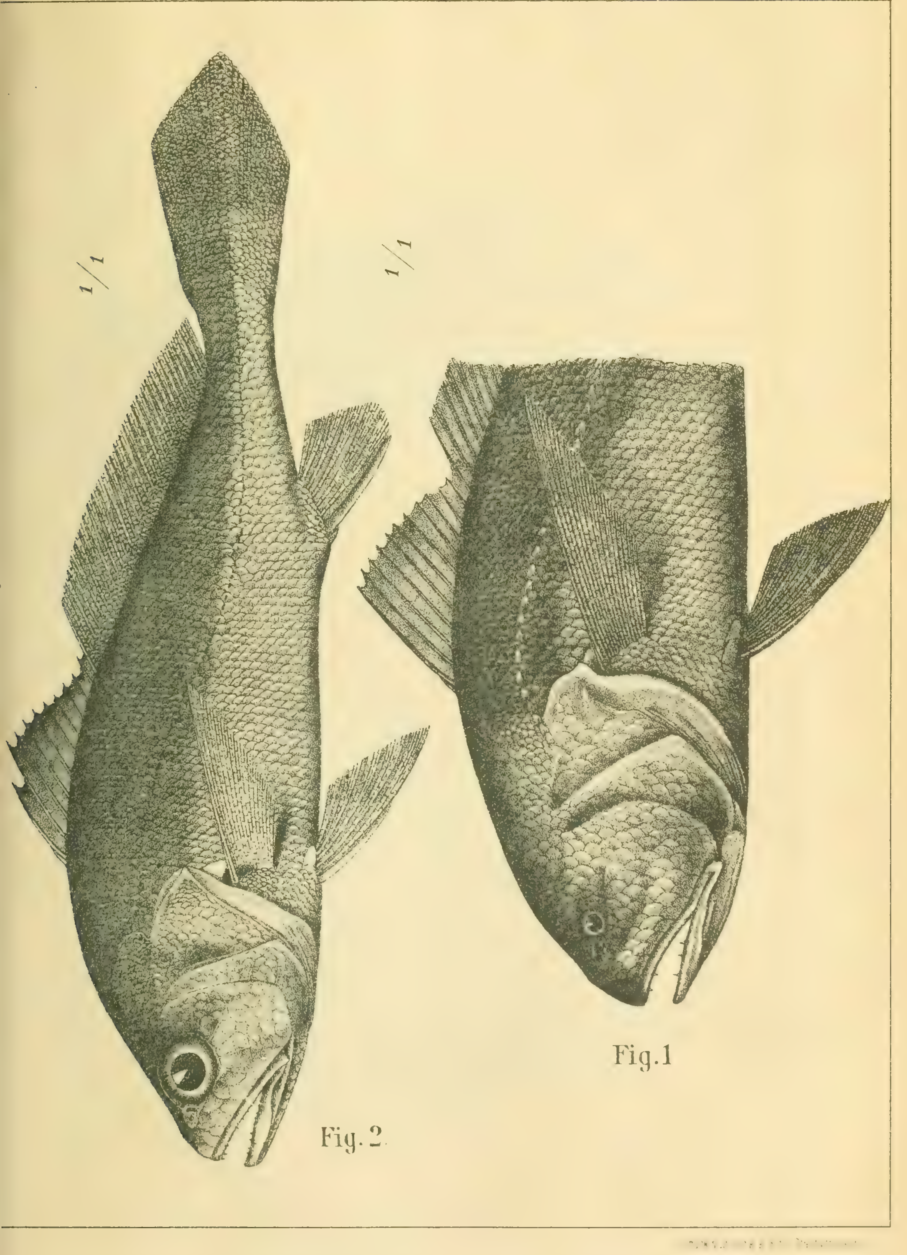
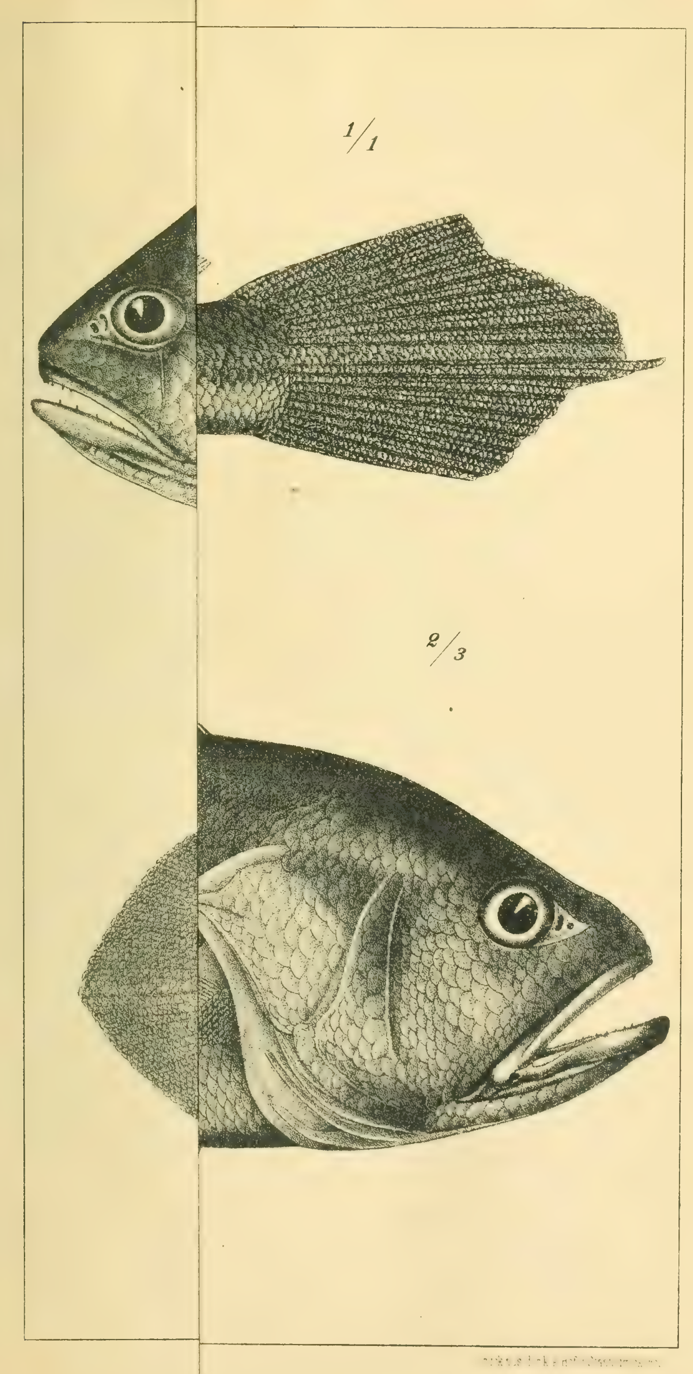


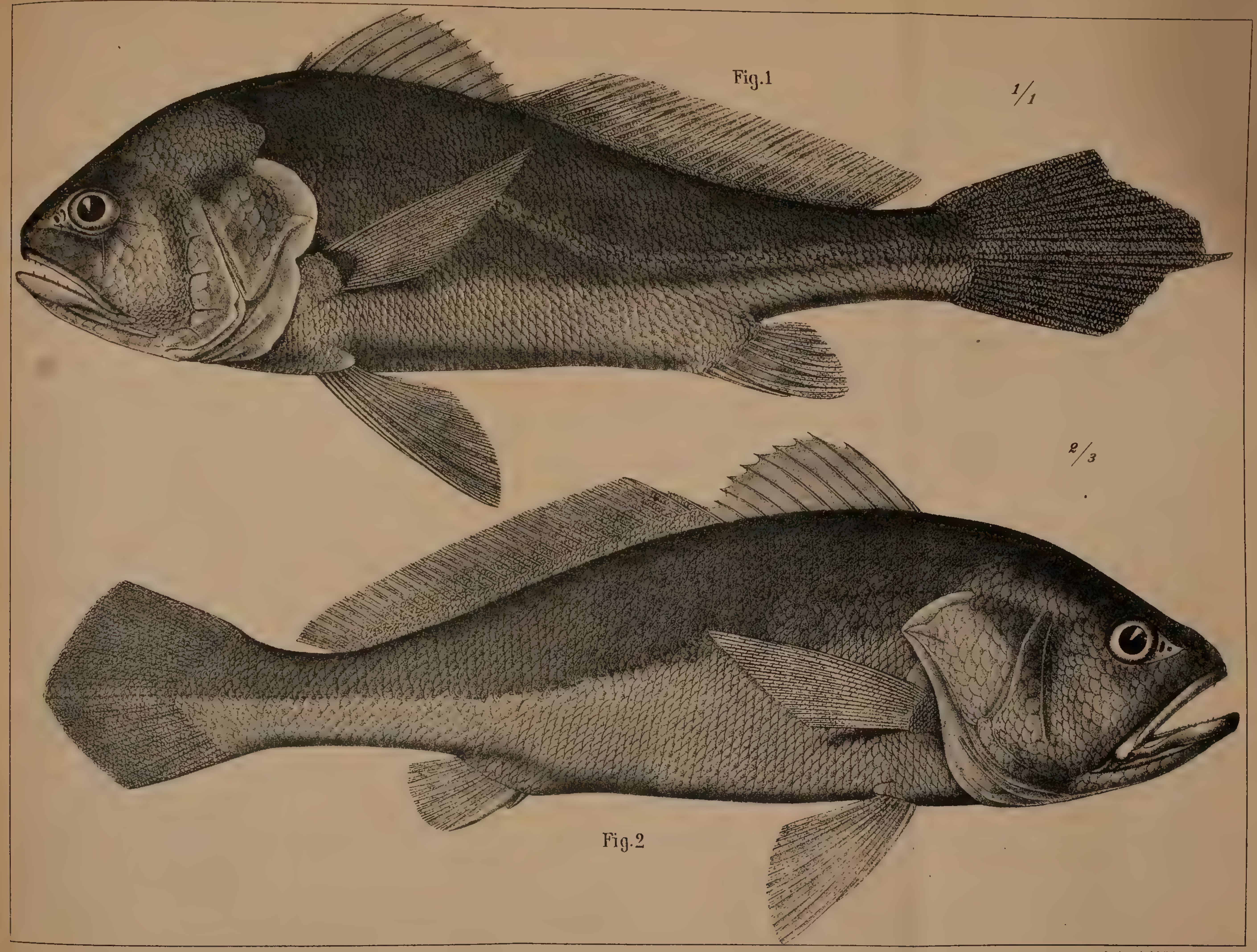
Fig. 1

Fig. 2




1/1
2/3





Druck aus der k. k. Hof-u. Staatsdruckerei



Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

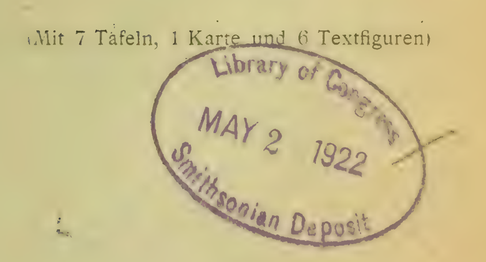
Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 9. Heft

(Mit 7 Tafeln, 1 Karte und 6 Textfiguren)



Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 9. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 9. Heft



Erster Bericht über eine 1917 im Auftrage und auf Kosten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften ausgeführte geologische Forschungsreise in Nordwestserbien

Von

Otto Ampferer und Wilhelm Hammer

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1917)

Die geologische Forschungsreise, über deren Ergebnisse hier kurz berichtet werden soll, wurde von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien veranlaßt und subventioniert. Sie fand in der Zeit vom 15. Mai bis 15. Juli 1917 statt und es nahmen daran die beiden Berichterstatter sowie als militärischer Begleiter Zugsführer Karl Swoboda teil.

Begünstigt von einem fast unausgesetzt schönen Wetter, unterstützt von einem weitreichenden Entgegenkommen und einer liebenswürdigen Gastfreundschaft aller militärischen Kommanden, konnten in dieser kurzen Zeit über alle Erwartung reiche geologische Erfahrungen gesammelt werden.

Erfüllt von herzlichstem Danke für alle, welche das Zustandekommen und die Ausführung dieser Reise ermöglichten, schreiben wir unseren Bericht.

Wir fuhren von Wien zunächst nach Sarajevo, um mit einigen Exkursionen in der Umgebung dieser schönen Stadt eine Einführung in die bosnische Geologie zu gewinnen.

Die Karten und Arbeiten von E. Kittl und F. Katzer waren dabei unsere Führer.

Von Sarajevo setzten wir die Reise nach Višegrad fort. Hier begannen wir unsere eigentliche Aufgabe mit dem

Studium eines Profils quer über die Drina von der Semec Planina zum Gebirgskamm von Veliki Stolac-Janjac-Gostilje brdo.

Die Drina fließt hier in einem breiten, tief eingeschnittenen Tale zwischen den mächtigen Triaskalkhochflächen gegen NW. Bei Višegrad sind an diesem Flusse drei Terrassen entwickelt, und zwar eine niedrige, noch im Überschwemmungsbereiche gelegene Schotterterrasse, darüber eine zirka 20 *m* hohe Mehlsandterrasse und endlich bei Bikovac und Okulište eine zirka 100 *m* hohe teilweise konglomerierte Schotterterrasse.

Die Triaskalkmassen nehmen zu beiden Seiten der Drina im allgemeinen flache Lagerungen ein. Am Abfall der Semec Planiña ins Tal von Barino sind bei Hranjevac die Han Bulog-Schichten mit Werfener Sandsteinen und Schiefern tektonisch staffelförmig wiederholt.

Interessant ist hier die Einschaltung von Porphyrlagen mit Tuffen und Mandelsteinen in den Werfener Schichten.

Am gegenüberliegenden Triasrand des Veliki Stolac dürften zu unterst auch Han Bulog-Schichten eingeschaltet sein. Werfener Schichten haben wir hier keine angetroffen. Die Hauptmasse sind lichte ungeschichtete Kalke, welche am Gipfel des 1673 *m* hohen Stolac schneeweiß sind und in Menge Korallen und Diploporen enthalten. Auffallend ist auch die oolithische Struktur, die recht an Wettersteinkalk erinnert.

Unter den beiderseitigen Triasrändern tritt dann in dem großen Drinaeinschnitt eine gewaltige Masse von Eruptivgesteinen (Gabbro, Diabas, Serpentin) zutage.

Während nun aber die Kalktafel von Veliki Stolac-Janjac-Gostilje brdo unmittelbar auf diesen Gesteinen ruht, ist dies am Abbruch der Semec Planina nur im nördlichen Teil der Fall.

An der Grenze von Trias-Serpentin haben wir weder hier noch an vielen anderen Stellen unseres Reisegebietes jemals irgendwelche Kontaktwirkungen oder den Ausstrich einer größeren Überschiebungsfläche beobachten können.

Über den Eruptivgesteinen unseres Querschnittes liegen dann in größerer Ausdehnung Hornsteinschichten und tuff-

artige Sandsteine sowie Kreideablagerungen, welche eine reiche Gastropodenfauna umschließen und an die Gosauschichten erinnern. Die Kreideschichten nehmen ebenfalls eine flache Lagerung ein und nur die Ränder gegen die Stolac-Trias sind steiler aufgerichtet.

Am Aufstieg von Zlijep über Kragujevac zum Veliki Stolac sehen wir, wie zwischen der steil aufgebogenen Kreide des Rogopec und der Stolac-Trias eine Zone von Hornstein- und Tuffschichten eingefügt ist. Die Triaskalke aber sind unter den letzteren Schichten zu Kalkbreccien aufgelöst.

Von Kragujevac zieht sich an der Südseite des Stolackammes bis in den Sattel der Karaula Dikava eine hohe Felsstufe hinein, auf der ebenfalls Hornstein-Tuffschichten lagern.

Am Grat zwischen Veliki Stolac und Karaula Dikava fanden wir unterhalb der Vlasinita glava einen kleinen Rest eines feinkörnigen Konglomerates aus Tuff- und Hornsteinmaterial, wie wir ganz gleiche dann in Serbien weithin an der Kreidebasis begegneten. Der Triaskamm des Veliki Stolac-Janjac-Gostilje brdo wird auf der serbischen Seite wieder von Gabbro und Serpentin begrenzt, welche Gesteine sich auch zwischen Stolac und Janjac keilförmig hereindrängen und zwischen Janjac und Gostilje brdo in vollem Zusammenhang von Serbien nach Bosnien durchstreichen. Der kühn geformte Gipfel des Gostilje brdo, der auf der Übersichtskarte von Bosnien-Hercegovina von F. Katzer (Blatt I, Sarajevo) als Kreide bezeichnet erscheint, besteht aus denselben lichten Triaskalken wie der Veliki Stolac, die auch hier ebenso wie am Janjac an der Südseite von Hornstein-Tuffschichten überdeckt sind.

Das große Kreidegebiet, das sich östlich des Triaskammes des Veliki Stolac in Serbien im Quellgebiete des weißen Rzaw bis zur Triashochfläche der Tara Planina ausdehnt, ist auch wieder parallel diesen Triasrändern mit dem Serpentin in NW-SO streichende leichte Falten gelegt.

An dem Grat, der vom Gostilje brdo ostwärts zum weißen Rzaw sich absenkt, entdeckten wir bei Mandici an der Basis der Kreide über einem Gabbromassiv graue, grüne,

sandige und rote kieselige Kalklagen mit Aptychen, deren Untersuchung noch aussteht.

Die Kreideablagerungen sind in diesem ganzen Gebiet ungemein fossilreich. Im Gegensatz zu der Kreide im angrenzenden Bosnien sehen wir hier feinbrecciöse und konglomeratische Lagen sehr verbreitet.

Aus dem Kreidegebiet von Zaovine kehrten wir über Karaula Zapolje und Banja, wo die warme Quelle einen mächtigen Kalktuff abgesetzt hat, wieder nach Višegrad zurück.

Nach einer Exkursion in die Eruptivgesteine von Višegrad und in eine Fledermaushöhle bei Dobrunj fuhren wir mit der Bahn nach Vardište, von wo wir einerseits die Kreide von Mokragora, anderseits die Peridotitlandschaften von Semenjewo-Viogor studierten.

Das eben genannte Kreidegebiet steht mit der bosnischen Kreide, und jener von Zaovine in breiter Verbindung und grenzt östlich von Vardište an die hier mächtig aufstrebenden Peridotitberge der Kozija stijena und des Viogor.

Interessant ist die hier besonders gut erschlossene Anlagerung der Kreide an das Peridotitgebirge.

Zunächst über dem Peridotit-Serpentin stellen sich eisenreiche rote, oft braune hornsteinartige Massen ein, deren zahlreiche Spalten und Hohlräume mit weißem Quarz verheilt sind. Auch bräunliche Sandsteine, Tuffe mit manganverkleideten Spaltflächen sind stellenweise vorhanden.

Darüber zieht sich aus der Gegend von Vardište über Karaula Balvan, dann südöstlich von Popovo brdo bis Postenje und von da nordwärts eine dunkelrote eisenreiche Zone mit Bohnerzen hin, die zwischen 5 bis 20 *m* Mächtigkeit besitzt.

An einer Stelle nahe der bosnischen Grenze, am Nordufer des weißen Rzaw, wurde in diesen Bohnerzen ein bescheidener Schürfversuch unternommen.

Wenn die noch ausstehenden Analysen ein günstiges Resultat ergeben, so wäre hier unmittelbar an der leider nicht vollendeten Bahnstrecke Vardište—Mokragora ein Eisenlager von bedeutender Ausdehnung und leichter Abbaufähigkeit vorhanden.

Über den Bohnerzen folgen eine bunte Serie von Mergeln, Kalken, Muschelbreccien, die dann in Zementmergel und höher in dickbankige Kalklagen übergehen.

Auch diese Zementmergel dürften, wenn sie sich als nützlich erweisen, bei der unmittelbaren Nähe der Bahn eine wirtschaftliche Bedeutung besitzen.

Ein angeblich beim Bahnbau aufgeschlossenes Kohlenlager in den unteren Kreideschichten von Mokragora haben wir leider nicht besucht, da wir erst zu spät davon Kenntnis erhielten. An der Eintrittsstelle nach Serbien bei Karaula Balvan sind in zwei kleinen Terrassen in 30 bis 50 *m* Höhe alte Schotter des Rzaw erhalten, in denen wir Gerölle von Chromeisenerz entdeckten.

Ostwärts von Vardište hebt sich unter der Kreide ein gewaltiges Peridotit-Serpentingebiet, das Zlatiborgebirge, heraus, das mit seinen weiten, hochgelegenen Mulden und mild geschwungenen Anhöhen das Bild einer uralten Einebnung bietet, in die heute von allen Seiten die Bäche mit steilen Gräben ein neues Relief einzuschneiden trachten.

Auf den Seitenkämmen zwischen solchen Gräben haben sich stellenweise noch Reste von älteren Überlagerungen erhalten.

So trafen wir am Abstieg vom Viogor (1246 *m*) auf dem Rücken zwischen Kremanska und Drugančica potok bei zirka 800 *m* Höhe den Peridotit von einer rötlichen, weißadrigen Hornsteinbreccie bedeckt, in der einzelne bis faustgroße Brocken von Chromeisenerz eingeschlossen waren.

Wahrscheinlich handelt es sich um dieselben Silicatgesteine, die wir in Serbien fast allenthalben an der Grenze von Kreide und Peridotit angetroffen haben.

Während in den Eruptivmassen, welche bei Višegrad und im Stolacgebiet zutage treten, gabbroide und diabasische Gesteine herrschend sind, überwiegen im Zlatibormassiv Peridotite in allen Abstufungen vom wenig veränderten bis zu völlig serpentinisiertem Zustand. In beiden Gebieten brechen Gänge von Gabbropegmatit durch, mit Pyroxenkrystallen bis zu Dezimeterlänge. Im Peridotit-Serpentin des Zlatibor beobachteten wir vielfach gangartige Massen von dichtem,

blendend weißen, amorphen Magnesit, am Blizanci potok bildet er das Zement einer Peridotitbreccie. Durch Verschwinden der Serpentinfragmente gehen gangartige Streifen jenes Materials daraus hervor. Als Ausfüllung von Spalten tritt hier im Serpentin auch gemeiner brauner Opal auf.

Von Vardište reisten wir über Mokragora und den Šarganpaß in das Hochbecken von Kremna.

Der Šargansattel ist ganz in Peridotit eingesenkt, nur am Sattel selbst ist noch eine kleine Scholle von roten Eisenkieseln und Bohnerzen vor der Zerstörung bewahrt geblieben.

Während der Šargansattel gegen Mokragora recht steile Abhänge besitzt, sinkt er in flacherer Neigung in das weite Becken von Kremna nieder, das von einer wohl dem Tertiär angehörigen Ablagerung schneeweißer, schaumiger Kalke erfüllt ist.

Diese milden, meist feinblättrigen Kalklagen nehmen flache Lagerungen ein, nur an den Buchträndern, so besonders am Nordrand erscheinen sie steiler aufgerichtet und reichen hier von etwa 700 bis gegen 900 *m* empor.

An einer Stelle nordwestlich von Kremna entdeckten wir darin wohlerhaltene Blattabdrücke.

Gegen oben nehmen diese Kalklagen vielfach graue bis rötliche Feuersteinlinsen und Knollen in sich auf. Die am Nordrande steiler aufgelehnten Kalklagen werden von einer Decke von Peridotitschotter quer abgeschnitten.

Der Abfluß des Kremnabeckens folgt nicht der Einlagerung dieser Tertiärkalke, sondern bricht zwischen Kadina glava und Kraljeva ravan durch einen Peridotitriegel hindurch.

Im weiteren Verlauf unserer Reise fanden wir dann noch in mehreren Hochmulden des Zlatiborgebirges ähnliche, wenn auch meist nicht so rein weiße, dafür aber kieselreichere Kalkablagerungen, die alle dieselbe flach schüsselförmige Gestalt besitzen.

Das Peridotithochland des Zlatibor wird im Norden und Osten von einem Streifen von Triasschichten begrenzt, der nördlich von Kremna eine sehr schmale Stelle aufweist.

Das nördlichste Stück bis zum Drinaknie bildet die von Urwald bedeckte Tara Planina. An diese reiht sich nach

der schon erwähnten Einschnürung das Ponikve-Stapari-Plateau, welches über die tiefe Schlucht der Djetina südwärts mit dem Ljubanje-Mačkat-Plateau in breitem Zusammenhange steht.

Wir untersuchten nun eine Reihe von Querprofilen vom Zlatiborgebirge durch diesen Triassaum, und zwar zunächst von Kremna aus gegen Norden, dann von Kremna ostwärts nach Užice, von Užice südwärts nach Cajetina und endlich von Bajna bašca und Derventa wieder nach Süden.

Die Triashochflächen dieses Zuges erreichen in der Tara Planina am Gavran mit 1476 *m* ihre größte Höhe und nehmen gegen Süden ständig ab.

Während sie sich im allgemeinen mit flacher Neigung an das wellige Hochland des Zlatibor schließen, zeigt der Triasrand gegen außen, besonders der Drina zu, einen scharfen Abbruch, der an der Tara Planina sich zu jähen Felswänden steigert.

Die Hauptgesteinsmasse sind auch hier lichte, ungeschichtete Kalke, unter denen am Außensaum zusammenhängend untere geschichtete Triaskalke und Werfener Schichten zutage treten. An zwei Stellen fanden wir schlecht erhaltene Fossilien der Reichenhaller Schichten in einer den Nordalpen ziemlich ähnlichen Schichtenentwicklung.

Unter den Werfener Schichten reihen sich dann in mächtiger Folge Verrucano, Tonschiefer, phyllitische Schiefer, gepreßte Quarzkonglomerate, stark umgefaltete Bänderkalke und Kieselkalke an, die auf der bosnischen Drinaseite von F. Katzer dem Perm zugeordnet wurden.

Fossilspuren haben wir auch in den Kalken nicht zu finden vermocht. Am Innenrande unseres Triasstreifens begegnen wir nicht so einfachen Verhältnissen.

Im Bereich der Tara Planina grenzen die ungeschichteten lichten Kalkmassen bei Raštiste in der Derventaschlucht unmittelbar an ein Gabbromassiv. Ebenso ist dies im Gavrangebiet der Fall, wo einzelne Kalkschollen frei auf dem Peridotit lagern.

Von der schmalen Stelle nördlich der Visoka- und Kadina glava an erscheint zwischen beiden Gesteinsgruppen ein wechselnd breites Band von flachen Amphiboliten eingeschaltet.

Ebenso begegnen wir auch weiter südwärts im Gebiet von Cajetina zwischen dem Peridotitserpentin als Basis und den aufliegenden Dachsteinkalken wieder den Hornblendegesteinen.

Es sind großenteils feinkörnige Hornblendeschiefer, zum Teil Feldspatamphibolite, welche mehrerenorts von phyllitischen Schiefern begleitet werden. Auf der Karte von Zujovic ist ihr Vorkommen durch einen Streifen »kristalliner Schiefer« von Bioska bis Cajetina angedeutet. Gneise oder Glimmerschiefer fehlen aber vollständig, dagegen beobachteten wir an mehreren Stellen einen engen Verband der Hornblendegesteine mit diabasischen Gesteinen und deren Tuffen von gleicher Art, wie solche in den permotriadischen Schichtkomplex häufig eingeschaltet sind.

Die Grenze gegen den Serpentin ist durchwegs scharf und wir konnten an keiner Stelle Übergänge oder einen intrusiven Verband feststellen.

Wir gelangten zu der Anschauung, daß das Serpentinmassiv in diesen Gebieten von einer Folge paläozoischer Schiefer mit eingeschalteten diabasischen Ergüssen und deren Tuffen überlagert wird und daß durch Metamorphose derselben die Amphibolite und Phyllite hervorgegangen sind. Die flache Auflagerung dieser Schichten (und der darüberfolgenden Trias) ist besonders deutlich im Umkreis des Šanac bei Cajetina zu sehen. An manchen Stellen hat vielleicht eine Einsenkung an Brüchen in den Peridotitserpentin die Amphibolitserie vor der Abtragung geschützt.

Nördlich und östlich der Kadina glava ist die Triastafel viel mannigfaltiger zusammengesetzt als in der Tara Planina, was erst in eingehenderen Berichten geschildert werden kann.

Wir finden da in der Schlucht von Pajkov Samar (unterhalb Kremna) unten Diabas, der nach aufwärts in Tuffe mit Lapilli übergeht. Darüber sind rote bis blaurote, glänzende, eisenreiche wohlgeschichtete Mergel angeordnet, die recht an die Roterze von Vareš erinnern. Diabase, Tuffe und die eisenreichen Lagen wechseln mehrmals miteinander. Höher folgen dann rote und graue Werfener-Sandsteine, Schiefer, dann

verschiedene Kalk- und Sandstein- sowie Hornsteinzonen. Über allem breiten sich dann auf der Hochfläche von Radojevici graubraune Sandsteine mit Manganspalten sowie quarzitische Sandsteine und verrucanoartige Konglomerate aus.

In der Schlucht, welcher die Straße von Bioska auf das Stapariplateau folgt, sehen wir über den horizontal geschichteten Amphiboliten rote quarzitische Kalklagen mit grünen Schiefern (Diabasen?) sowie mit roten, grünen, schwarzen Schiefern eingefügt. Auf ihnen liegen dann graue glimmerige Sandsteine der Werfener-Schichten, dann ungeschichtete helle Kalke, Sandsteine, lichte dünnschichtige Kalke, dunklere Kalke und endlich auf der Hochfläche über den Kalken rote Hornsteine und eisenreiche Mergel. Die Querprofile von Užice, das wohl auf permischen Schichten liegt, über das Ljubanjeplateau zum Zlatibor zeigen wieder Werfener-Schichten, Reichenhaller Schichten, Muschelkalk, mächtige, lichte ungeschichtete Kalke, plattige, flaserige rote Kalke, endlich graue wohlgeschichtete Kalke, in denen wir an meheren Stellen Megalodonten entdeckten.

Auffallend ist, daß sich nach unserer Erfahrung in diesem ganzen Triasstreifen keinerlei Dolomite befinden.

Alle eben erwähnten Kalkhochflächen am Zlatiborrande sind von zahlreichen Dolinen durchlöchert.

Weit verbreitet finden wir darauf Roterden und damit in Zusammenhang große Massen von weißen, wohlgerundeten und geglätteten Kieseln, zu denen stellenweise auch Gerölle aus den grünen Eruptivgesteinen und aus Amphiboliten treten.

Dies ist insbesondere am Ljubanjeplateau der Fall, wo diese Hartschotter auch sehr deutlich eine mit weichen graulichen Tertiärkalken ausgefüllte Bucht übergreifen. Die Anhäufung der Kiesel erreicht streckenweise eine Mächtigkeit von mehreren Metern.

Wenn man von den Kalkplateaus auf das Peridotitgebirge auch in derselben Höhenlage übertritt, so verschwinden sofort die Roterden und die Kiesel.

Offenbar war nur die Kalkfläche mit ihren zahlreichen Trichtern und Löchern imstande, die Verwitterungsprodukte

und Hartschotter bis zum heutigen Tage vor der Abtragung zu bewahren.

Die Kiesel sind wohl aus den an Quarzlinsen und Quarzgängen überaus reichen permischen Schichten der Jelova gora herzuleiten.

Von Užice und Dub, später auch noch von Rogačica aus, bereisten wir den Bergkamm der Jelova gora und seine nördliche Fortsetzung; die Zone der paläozoischen Schiefer von Srebrenica in Bosnien streicht in großer Breite über die Drina in dieses Gebiet gegen SO weiter. In der Jelova gora besteht sie aus einer hundertfach wechselnden Folge von Tonschiefern, sandigen und konglomeratischen Schichten, welche regional, in wechselnd starkem Grade metamorph sind, und dann als Phyllite, glimmerig-quarzitische Schiefer, Quarzite und Geröllgneise erscheinen. In der Nähe von Užice erscheint die Metamorphose im allgemeinen geringer als weiter nördlich. Graue und schwärzliche Tonschiefer und glimmerige Sandsteine — darunter auch schöne Dachschiefer — herrschen hier vor und bilden die tieferen Teile der Schichtfolge. In der Höhe folgen darüber metamorphe Quarzkonglomerate, deren reichliches Bindemittel gneisigen Habitus angenommen hat, so daß, wo die Quarzgerölle zurücktreten oder stark verflasert sind, ein Vorkommen von Gneisen vorgetäuscht wird. Sie breiten sich auf dem höchsten Teil der Jelova aus (Vl. Prisedow, Giakov Kamen und andernorts) und ragen ihrer größeren Härte wegen oft als Felsklippen über die sanften Schieferhänge auf. Ob unter ihnen sich auch metamorphe porphyrische Gesteine (Porphyroide) befinden, wie es makroskopisch den Anschein hat, muß erst die nähere Untersuchung des aufgefundenen Materials lehren.

Als seltene Einlagerungen in der Schieferreihe begegneten wir bei Despotovici, Obodnik und Godečevo Lagen dunkler Kalke, in syngenetischem Verband mit den Schiefern und ferner Grünschiefer (feinkörnige Hornblendeschiefer und Chloritschiefer).

Die Lagerung der Schichten an der Jelova gora entspricht im großen einer kuppelförmigen Aufwölbung, im kleinen sind die Schichten aber meistens auf das heftigste

gefältelt und in Zickzackfalten oder völlig zusammengeklappte liegende Fältchen gelegt, deren Achsen quer auf das Hauptstreichen eingestellt sind.

An der Gradina nordwestlich von Užice ist noch ein Rest von auflagernder Trias mit Fossilführung in den basalen Teilen und Buntsandstein-Verrucanobildungen an ihrer Basis auf den paläozoischen Schiefern erhalten geblieben. Ein Vorkommen kristallinen Grundgebirges, wie man es nach Zujovič' Karte erwarten möchte, fehlt in diesem Gebirgsteile und dürften die genannten Konglomeratgneise vielleicht zu einer solchen Annahme Veranlassung gegeben haben.

Nach der Untersuchung der Jelova gora wanderten wir von Bajna bašca an der Drina aufwärts nach Derventa, um von dort die Tara Planina zu besuchen. Die Drinaufer werden hier weithin von einer zirka 20 *m* hohen konglomerierten Schotterterrasse begleitet.

Bei Peručac, wo sich der Sockel der Werfener Schichten unter der Tara Planina ganz ins Tal herabneigt, bricht eine mächtige Quelle hervor, die wie noch mehrere flußaufwärts folgende Quellen ausgedehnte Massen von Kalktuffen abgelagert hat. Diese Kalktufflager sind genau in das Niveau der Drinakonglomerate eingeebnet und umschließen keine Drinaschotter, was uns wohl das höhere Alter dieser Quellabsätze gegenüber den Konglomeraten anzeigt. Jetzt sägen die Bäche wieder in ihre Tufflager ein.

Von Derventa zieht eine großartige Schlucht zur Höhe der Tara Planina empor, die zugleich ein prachtvolles Querprofil enthüllt. Wir steigen von der Konglomeratmasse an der Drina zuerst durch eine enge Kalkklamm aufwärts. Bei Raštiste weitet sich die Klamm und in ihrer Tiefe tritt eine Gabbromasse mit schönen Pegmatiten hervor. Im Norden und Osten stößt die Trias unvermittelt an den Gabbro, im Süden und Westen legen sich sehr fossilreiche Kreideschichten darauf, die dann in der Höhe zwischen Tara Planina und Veliki Stolac eine flach eingebogene Schichthängebrücke bilden.

In der Höhe von zirka 800 *m* ist an der Westflanke der Tara Planina die mit Roterde bekleidete Felsstufe von Aluga

in die Triaswände eingeschnitten, welche sich dann über Gabbro und Serpentin halbkreisförmig im Süden von Raštiste herumzieht. An der Basis der Kreide sind hier nur stellenweise Hornsteine sowie Bohnerze entwickelt. Die höheren Kreideschichten zeigen Kohlenspuren in Verbindung mit Sandsteinen und Quarzkonglomeraten, die bis faustgroße Kiesel enthalten. Mit sanfter Aufbiegung schmiegen sich die Kreideschichten der Crvena stena an den Westrand der Tara Planina, deren Hochfläche sich gerade von dieser Seite als ein ausgezeichnetes Beispiel einer Rumpfebene darstellt.

Wir sehen hier nämlich, daß die Hochfläche die unter 45° aufgerichteten, wohlgeschichteten Triaskalke quer durchschneidet. Diese Triasschichten zeigen uns aber außerdem eine ältere, von SW→NO streichende Faltung an, die zu der dem Triasrande anliegenden Faltung der Kreideschichten fast genau senkrecht steht. Diese ältere Faltung wurde von der der Ablagerung der Kreideschichten vorausgehenden Erosion bereits in scharfer Weise eingeschnitten. In die übrigens recht unebene Hochfläche der Tara Planina sind mehrere Mulden und Talstücke eingesenkt.

Am klarsten tritt die schöne Talfurche der Krnja Jela hervor, auf welche schon Prof. Dr. Krebs die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

Diese breite Talmulde wird im Süden wie im Norden von Steilabhängen begrenzt und ist mit rotem Hornsteinschutt ausgekleidet, der aus dem Zerfall von zahlreichen Hornsteingeröllen entstanden ist. Neben roten haben auch grüne und schwarze Hornsteine, Verrucano, sowie weiße, gelbe und rote Quarze das Material für die ausgezeichnet polierten, aber auffallend kleinen Gerölle geliefert. In den Boden der Mulde ist am Südrande eine kleinere Doline eingesenkt.

Prachtvolle Aufschlüsse bot uns dann von Zaovine bis nach Kremna die neue serbische Kanonenstraße, welche fast ganz zur Höhe des Gavran emporführt.

Hier zeigt die Kalkdecke mehrfach Breccien und rote Kalke mit Manganputzen wie der untere Lias der Nordalpen. Stücke von Kreidegesteinen fanden wir ebenfalls auf dieser

Hochfläche. Auch sind alle Mulden mit einem grünlichen Sandstein sowie mit rot-grünen Hornsteinbrocken überdeckt.

Am Abstieg vom Triasrand über Prisedo-Glavica nach Bajna bašca entdeckten wir auf einer Felsschulter zirka 200 *m* über der Drina reichliche bis kopfgroße bunte Drinaschotter, die durch Schützengräben aufgedeckt waren. Etwa 100 *m* über der Drina fanden wir dann eine mit tiefem Verwitterungslehm und wenig Geröllen bekleidete Felsterrasse.

50 *m* über dem Flusse stellt sich weiter eine schräge Felsfläche mit Lehm und wenig Geröllen ein und 20 *m* darüber endlich die Konglomeratterrasse.

Wir haben also hier bei Bajna bašca vier Drinaterrassen in einem Höhenintervall von zirka 200 *m*.

Rechnet man dazu noch den Schotterrest, welchen wir an der Höhenstraße auf der Jelova gora zwischen Vk. Prisedo und Crni Vrh bei 791 *m* gefunden hatten, so ergibt sich damit ein Intervall von beinahe 600 *m*. Von Banja Bašca reisten wir dann nach Rogačica, um von da aus noch Touren auf die Jelova gora und vor allem zum Triaskamm des Crveno stenje zu unternehmen.

Die heute kaum mehr fahrbare Bergstraße, welche von Rogačica vorbei an der zerstörten Mehana Gnjila Preseka zur Höhe des Crveno stenje führt, verläuft bis nahe zu der eben genannten Mehana noch auf den paläozischen Schichten der Jelova gora.

Wir beobachten eine flach gegen NO geneigte Folge von feinen, grauen, schwarz gefleckten Tonschiefern mit weißen Quarzlagen, von Phylliten und Grünschiefern, dunklen, stark gefalteten Kalklagen, grauen Bänderquarziten. Darüber stellen sich dann rote und graue Sandsteine, Schiefer sowie Phyllite mit Kalklagen ein. Bisher hat das Gelände einen milden Anstieg und trägt auf dem Tovarnicarücken noch 200 *m* über der Drina alte Schotter dieses Flusses.

Bei Gnjila Preseka schwingt sich aber das Gebirge in steilen Wänden auf, welche im unteren Teil aus einer mächtigen Zone von weißlichen Quarziten, groben Quarzkonglomeraten sowie roten und weißen Sandsteinen bestehen.

Unmittelbar darauf ruhen erst dunkle, dann helle Triaskalke mit rötlicher Verwitterung, welche aber nur geringe Mächtigkeit besitzen.

Die Oberfläche des Triaskalkes zeigt streckenweise rotzementierte Breccien. Auch Roterde mit Kiesel- und Peridotitgeröllen liegt darauf.

Hat man den schmalen Triaskalkkamm überschritten, so gelangt man auf eine weite, mit vielen Anhöhen geschmückte Hochfläche, welche von der Tresnica entwässert wird.

Gleich hinter dem Triaskamm treten seiger stehende Quarzsandsteine, rote Hornsteine, Diabase und Tuffe hervor, dann folgen dunkle Phyllite mit Grünschiefern und wieder Phyllite.

Diese Phyllite stoßen dann an eine mächtige Masse von grünen Eruptivgesteinen, und zwar erst Serpentin, dann Gabbro, Diabas, Gabbro und wieder Serpentin.

Auf diesen Eruptivgesteinen lagern dann Kreideschichten, welche die meisten der kleinen Anhöhen zusammensetzen und mit ihrer Unterlage dinarisch gefaltet sind.

Die Kreideschichten zeigen hier an der Basis feine, rote, graue, grünliche Quarzkonglomerate und sind wieder recht fossilreich.

Auf den Gabbro-Serpentinrücken liegen vielfach zerstreute Blöcke und Brocken von roten und grauen Quarzmassen herum, die stellenweise Eisenerze umschließen.

Auf dem Serpentinrücken Pasina ravan südlich des Tresnicabaches liegt ein großer rostiger Quarzfels, der Stücke von Kupferkies umschließt. Ein knapp daneben angelegter Stollen ist gleich in den tauben Serpentin geraten.

Ähnliche Erzvorkommen in dieser Quarzfelszone zwischen Serpentin und Kreide sollen in dieser Gegend mehrfach vorhanden sein.

Jenseits der Tresnica hat die Straße über dem Serpentin eine 4 bis 5 *m* mächtige lose Schuttmasse mit vielen bis $^1/_2$ m^3 großen hellen Verrucanoblöcken und Geröllen angeschnitten. Diese Schuttmasse ist zwischen 900 bis 1000 *m* Höhe ausgebreitet.

Auf der Nordseite stoßen an die Serpentinzone wiederum in steiler Stellung rote Schiefer, rote Hornsteine, lichte graue

Kalke mit roten Mergeln, helle rötliche Kalke, dünnschichtige graue und gelbliche Kalke (Kreide), dann große Massen von weißlichen Quarzkonglomeraten, Quarzbreccien und Quarzsandsteinen.

Hinter dieser Verrucanogruppe stellen sich dann seigere graue und grünliche Sandsteine, rote Eisenkiesel, Kieselschiefer mit eingeschalteten Diabasen und Tuffen mit Mandelsteinen und Lapilli ein.

Der Sattel von Debelo brdo selbst ist in eine mächtige Masse von grünlichen, dunkel rostig verwitternden Melaphyren und Tuffen eingeschnitten. Hier sind wir wieder in den Bereich einer schmalen, aber langgestreckten Triaszone eingetreten, welche zwar am Sattel ganz abgetragen ist, zu beiden Seiten aber höher aufragende Kämme bildet.

Wir bestiegen von diesem Sattel aus den 1480 *m* hohen Nordgipfel des schön geformten Povlenkammes.

Der schichtungslose lichte Triaskalk mit Diploporen ruht auf Sandsteinen und Tuffen, die den Melaphyr überdecken.

Oben ist der Povlenkamm streckenweise zu kleinen Hochflächen verbreitert, auf denen kleinere Gerölle aus Quarz, Diabas und Peridodit herumliegen.

Zugleich aber entdeckten wir auch noch Reste eines bunten Kreidekonglomerates mit denselben Geröllen.

Wahrscheinlich stammen die vielen frei herumliegenden Gerölle wenigstens zum Teil aus zerstörten Kreidekonglomeraten ab.

Am Trigonometer des scharf zugespitzten Nordgipfels fanden wir einen schlecht erhaltenen Schalenrest von der Form eines faustgroßen Megalodonten.

Steigt man vom Sattel Debelo brdo der Straße entlang gegen Tubravic hinunter, so schließen sich an die große Melaphyrmasse wieder steilstehende Sandsteine, Eisenkiesel, Kieselschiefer mit Diabasen und Tuffen, Mandelsteinen und Lapilli.

Weiter gelangt man an eine kleinere Melaphyrmasse und an neuerliche Tuffe und Sandsteine. Diesen ist eine längere Scholle von schönem, rotflaserigem Kalk (Trias?) aufgelagert.

An die Melaphyre und ihre Tuffe stößt dann weiterhin eine auffallende düster gelbe Zone von Quarzrauhwacken, roten und gelblichen Quarziten, eine Scholle von grauem, brüchigem Dolomit und grauer Rauhwacke sowie ein Streifen von gequetschten grünen Eruptivgesteinen.

Diese steilstehenden, stark gestörten Gesteinszonen grenzen im Norden unvermittelt an die weite, von kräftig gefalteten Kreideschichten erfüllte Bucht von Tubravic, die allseitig von Anhöhen umgeben ist.

Die erwähnte Zone von Rauhwacke, Dolomit und basischen Eruptivas streicht gegen NW über das Tal von Pustinja weiter und in ihr setzt dort ein Teil der Stollen des Kupferbergwerks Rebeli-Medvenik an, welches wir von Tubravic aus besuchten. Leider waren die Stollen des schon seit längeren Jahren außer Betrieb stehenden Bergbaues nicht mehr befahrbar, so daß wir auf einen näheren Einblick in die Lagerstätte verzichten mußten. Die noch in großer Menge auf der Halde liegenden Stuferze lassen auf einen bedeutenden Erzgehalt schließen. Die Erze sind zum Teil einem diabasischen (?) Eruptivgestein eingesprengt.

An die Triaszone schließt auch hier gegen N eine Zone steil aufgerichteter Kreidekalke, an welche sich nordwärts eine Serie von Sandsteinen, Konglomeraten und Mergeln von flyschartigem Habitus angliedert. In einer der Konglomeratbänke beobachteten wir ein Kalkgerölle mit Hippuriten, in einer andern auch einzelne Hippuritenschalen.

Schon beim Dorf Rebeli sieht man in der Taltiefe wieder Melaphyrmandelsteine und Tuff unter der Kreide hervorbrechen; in großer Mächtigkeit tauchen die älteren Gesteine dann am Nordrand der Bucht von Tubravic empor, wo von der Talschlucht der Jablanica eine mächtige und weit ausgedehnte Masse von dunkelgrauem Dolomit durchschnitten wird. Wo die Straße unterhalb Tubravic in die Talenge eintritt, steht ein Stock von Porphyrit an, weiter abwärts an der Straße nach Valjevo durchbricht ein ähnliches porphyritisches Ganggestein mit deutlicher Kontaktwirkung den Dolomit.

Diese Triaszone setzt sich von der Jablanica gegen SO über das Plateau von Parač fort und wurde von uns auf

einer Exkursion von Valjevo nach Bukovi nochmals durchquert.

Schon gleich außerhalb Valjevo steht ein wahrscheinlich triadischer Dolomit an —, Funde untertriadischer Fossile aus der Umgebung von Valjevo sind aus der serbischen Literatur bekannt geworden — die Triaszone wird dann an der neuen Straße von Dračic nach Bukovi sehr schön angeschnitten. Am Südrand der Zone stehen hier bunte knollige Kalke von der Tracht des Muschelkalkes an, die Hauptmasse besteht aus dickbankigen lichtgrauen Kalken, welche den Bačevacki vis aufbauen.

Auch hier beobachtet man zahlreiche Durchbrüche von porphyritischen Ganggesteinen durch die Trias, so bei der Mehana Bačevci (an der alten Straße, und mehrere an der neuen Straße). Die Hochfläche von Dračic bietet das Bild einer besonders ausgeprägten — aber wohlbewachsenen — Dolinenlandschaft in grauen, ungeschichteten Kalken unbekannter Zuordnung.

Die Exkursion nach Bukovi bezweckte, uns nochmals an den Rand der großen Serpentinmassen, hier der Maljen und Bukovska pl. zu führen. An die steil aufgerichteten Platten des Muschelkalkes an der Südseite des Bačevacki vis schließen sich hier rote, grüne und schwärzliche Hornsteine, welche mit Diabas eng verbunden sind, und unmittelbar daran grenzt südwärts die große Serpentinmasse, in der auch Gabbro und Gabbropegmatite mit eingeschlossen sind. An der alten Straße nahe bei Mehana Bukovska ist der Kontakt beider Gesteinsgruppen — Diabas und Hornstein, hier ausnahmsweise vom Serpentin abfallend — gut aufgeschlossen und folgt talabwärts der Südseite des Tales.

Von Valjevo wandten wir uns dann über Stave gegen Westen, um von Pecka aus den Sregjevisattel und den Kamm des Rocsanj zu besuchen.

Am Aufstieg von Pecka längs der Straße auf den Sregjevisattel trafen wir eine flach gegen SW geneigte Folge von Sandsteinen, Quarzkonglomeraten, schwarzen feinblättrigen Tonschiefern, schwarzen Kalklagen, braunen glimmerreichen Sandsteinen mit weißen Quarzlagen, graue,

dünnblättrige, schwarzgefleckte Tonschiefer mit großen Quarzlinsen.

Auf der Höhe des Joches ragt ein Felsturm von hellem Kalk über diese Schichten empor. Er dürfte schon der Trias angehören, denn in seiner Umgebung stellen sich nordwärts rote, grüne Tonschiefer sowie dünnplattige, dunkle Kalke ein, die ganz das Aussehen von Werfener Schiefer haben.

Wandert man auf der Kammhöhe zum Gipfel des Rocsanj, so kommt man zwischen den Höhen des Krst und Zelenik zu einem Rest von gelber Rauhwacke. Auch mehrere Kuppen von grauen, an Krinoiden reichen Kalken sind diesem Kamme aufgesetzt.

Den breiten Gipfel des Rocsanj (976 *m*) bilden flach aufgewölbte rote, graue, violette Tonschiefer und Sandsteine der Werfener Schichten.

Vom Gipfel des Rocsanj löst sich gegen Osten der Seitenkamm des Čučug ab, der unmittelbar bei Pecka endet.

Unter den aufgelagerten Triaskalkresten stellen sich hier wieder Werfenerschichten, darunter paläozoische Sandsteine, Tonschiefer und Kalklagen ein. Das ganze Schichtgebäude ist leicht wellig verbogen.

Hier entdeckten wir an der Bergkante gegen Pecka in einer schmalen Lage von schwarzem kristallinischen Kalk zahlreiche wohlerhaltene große Krinoiden.

Unter dieser Kalklage folgen Kalkschieferbreccien, dann Sandsteine und Schiefer. Tiefer ist neuerdings ein feinkörniger Krinoidenkalk eingeschaltet, unter dem in großer Masse quarzreiche Sandsteine und Quarzkonglomerate hervortreten.

Bei der Weiterreise von Pecka nach Krupanj bleibt man in dieser mächtigen und im Gegensatz zur Jelova gora nicht scharf umgefalteten paläozoischen Serie, in der wir auf der Anhöhe zwischen den Tälern von Pecka und Bela crkva bei Bastavsko brdo in dunklen Kalklagen eine reichere Fauna mit Brachiopoden *(Productus, Lyttonia)*, Krinoidenbänken, Echiniden und Korallen entdeckten, welche wahrscheinlich oberkarbones Alter der Schichtgruppe anzeigt.

Wie wir uns dann in den nächsten Tagen überzeugen konnten, besitzen diese paläozoischen Schichten in dem Einzugsgebiet des Jadarflusses eine sehr große Ausdehnung. Sie nehmen hier ungefähr den Raum ein, welcher auf der geologischen Karte von Serbien von Prof. Zujovič 1886 der Kreide zugewiesen erscheint.

Unmittelbar bei Bela crkva ist eine Mulde in diesem Paläozoikum von einer kohlenführenden Tertiärablagerung erfüllt, welche gegenwärtig in Abbau genommen wird.

Über grauen, weichen Mergeln mit schwachen Flözen zeigt sich hier ein 2 bis 3 *m* starkes Flöz von Braunkohle mit zwei schmäleren tauben Zwischenzonen. Darüber folgen Mergel mit zahlreichen weißen Schalen, gelbliche, grau gebänderte Mergel und sandige Lagen.

Die Schichten liegen horizontal und sind bisher nur am äußersten Rande ausgebeutet, so daß ein erheblicher und nicht schwierig zu gewinnender Kohlenvorrat hier zu erwarten ist.

Überlagert werden sie nur von einer dicken Verwitterungsschichte, welche in langsamem Bergabkriechen begriffen ist.

Von dem Standort Krupanj aus besichtigten wir die Antimonbergbaue des Bezirkes: die durch die Arbeit von Beck und Firks bekannten alten Bergbaue von Zajača, den neuen Bau bei Stolica und den Tagbau Dobri potok zunächst Krupanj, wobei wir uns seitens der militärischen und zivilen Bergbauleitungen des freundlichsten Entgegenkommens zu erfreuen hatten. Der ganze Bereich dieser Baue wird hauptsächlich von einer Folge von Tonschiefern, Sandsteinen und vor allem von dunkelgrauen Kalken aufgebaut, welche völlig mit der paläozoischen Schichtreihe von Pecka-Bastav übereinstimmt; in den Kalken konnten wir bei Zajača und an der Glavica östlich Zajača die gleichen, wohlerhaltenen Crinoidenstielglieder auffinden, wie sie für die *Productus*-Kalke des Bastavko brdo und am Čučug charakteristisch sind. Diese paläozoischen Schiefer und Kalke werden von sehr zahlreichen Gängen und Stöcken andesitischer und trachitischer Gesteine durchbrochen und in nächster Nachbarschaft derselben brechen die Antimonerze ein. Dieselben sind

im Revier von Zajača und Dobri potok an eine quarzitisch-kalkige Gangmasse gebunden, im Trachit selbst kommen sie nur ausnahmsweise und in geringer Menge vor. Die Schichten liegen im allgemeinen sehr flach und der Trachit bricht in ihnen empor oder dringt auch seitlich besonders an der Grenze von Kalk und Schiefer in das Schichtsystem ein.

Der Umstand, daß die Gangmasse in ihrem Auftreten nicht streng an den Trachitrand gebunden ist und der Trachit anderwärts keinen Kontakthof im Kalk und Schiefer erzeugt hat, sowie schließlich auch die Beschaffenheit der Gangmasse, ließen es uns als wahrscheinlich erscheinen, daß die brecciös struierte Gangmasse durch postvulkanische Vorgänge im Gefolge der Trachitdurchbrüche aus brecciösen Kalkzonen entstanden ist, wobei der Kalk silifiziert wurde und gleichzeitig auch die Antimonerze sich abschieden. Die die Gangmasse begleitenden schwarzen Tonschiefer mögen dabei als richtunggebender Horizont für die Ausbreitung der Lösungen mitbeteiligt gewesen sein.

In dem Bergbau Stolica, welcher infolge seines erst in der Aufschließung befindlichen Zustandes besonders schönen Einblick gewährt und beträchtliche, konzentrierte Erzvorräte beleuchten läßt, hat nicht eine Verkieselung des Kalkes stattgefunden, sondern ist der Kalk in der Umgebung des Trachits (doch auch ohne strenge Bindung an den Trachitrand) in großspätige Calcitaggregate umgewandelt, innnerhalb welcher der Antimonglanz in geschlossenen Erzkörpern in großstrahligem Aggregat ausgeschieden ist. Die Calcitadern durchziehen den sonst im Kontakt unveränderten Kalk parallel und senkrecht zum Trachitrand.

Da über die Bergbaue bei Krupanj eine Publikation des damaligen Leiters Oberleutnant Ing. Strack zu erwarten steht, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

Auch in den Bergzügen westlich und südlich Krupanj konnten wir zahlreiche Durchbrüche jüngerer porphyritischer und trachitischer Gänge beobachten. Außerdem tritt in der Boranja auch ein größeres Massiv von hornblendehaltigem Granitit zutage, welches in den umhüllenden paläozoischen Schiefern einen ausgedehnten Kontakthof erzeugt hat, welcher

durch sehr deutliche dunkle Knotenschiefer, Hornfelse und marmorisierte Kalkbänke gebildet wird. Wir beobachteten ihn am Kamm der Košutnia, sowie am Rücken von Vukolovci (bei Mionovici); Urošević hat ihn auch im weiteren Umkreis der Granitmasse nachgewiesen.

Nachdem derselbe Forscher auch die Čer planina als Granitmasse mit Kontakthof in paläozoischen Schiefern erkannt hat, haben sich alle auf Zujovič' Karte in Westserbien eingezeichneten Bereiche krystalliner Schiefer als nicht zum krystallinen Grundgebirge gehörig erwiesen.

Von Krupanj aus wanderten wir auf der Straße über die Jagodnja planina und das Tal von Zakučani nach Ljubovija, um von hier aus das Profil über den Sregjevi zu vervollständigen, und kehrten auf der alten Straße über Sv. Petar und die Jagodnja wieder nach Krupanj zurück.

Wir durchquerten hier so noch dreimal die Zone der paläozoischen Schiefer, welche sich von Rogačica drinaabwärts gegen Zvornik hin fortsetzt. Während man am Nordabfall und auf der Höhe der Jagodnja noch mehrfach Lager von Kalken wieder mit den gleichen Crinoiden wie bei Bastav etc. begegnet — aus der Gegend südlich von Krupanj werden hier von Radovanovič Funde paläozoischer Fossilien beschrieben — unterscheiden sich die paläozoischen Schiefer auf der Drinaseite von ihnen durch das völlige Zurücktreten kalkiger Einlagerungen.

In den obersten Teilen der Schieferserie trafen wir nördlich Ljubovija wieder die Geröllgneise, welche hier ausgeprägte Streckungsstruktur zeigen.

Östlich der Jagodnja setzt die Triasüberdeckung ein, welche sich längs dem Hauptkamme zum Sregjevi hin fortsetzt und deren südlichste isolierte Kappe wir am Dugo nördlich Ljubovija antrafen. Als ein weiterer Unterschied gegenüber der Nordabdachung des Gebirgskammes werden die Triaskalke hier von groben Quarzkonglomeraten und Quarzfels des Verrucano unterlagert, welche örtlich zu großer Mächtigkeit anschwellen (Dugo-Zakučani, Sv. Petar).

Am Kamm von Sv. Petar kommt unter dem Verrucano in mehreren Aufbrüchen Serpentin und Gabbro zutage,

welcher nördlich Sv. Petar von roten, grünen und schwarzen, brecciösen Hornfelsen überdeckt wird. Mit diesen kieseligen Gesteinen mischen sich Tuffite, vielleicht auch Diabas selbst. Bei der ehemaligen Mehana schalten sich flaserige, gelbe Kalktafeln ein, über denen abermals Diabastuff angeordnet ist. Schließlich gelangt man auf der Jagodnja planina in den Dolomit (Trias), der gegen N unmittelbar an die paläozoischen Crinoidenkalke der Šanac grenzt.

Auch an der Straße über Postenje werden die Triaskalke von einer Folge von Tuffiten, Melaphyr und rotem Hornstein unterlagert. Die nördliche Grenze der Trias dürfte der Dolomit bei Zdrela bilden.

Sowohl die paläozischen Schiefer an der Drina als auch die Tuffitserie und der Triasdolomit werden von dacitischen Gängen durchbrochen; im Gefolge eines solchen Durchbruches steht das Bleierzvorkommen, welches in dem verfallenen Bergbau auf der Höhe der Jagodnja abgebaut wurde. Eine ähnliche Bleierzlagerstätte besteht bei Postenje im Triaskalk.

In der Umgebung von Ljubovija konnten wir wiederholt die aus der Gegend von Srebrenica herüberstreichenden Aufbrüche dacitischer Gesteine studieren, welche in der Literatur bereits mehrfach beschrieben wurden.

Von Krupanj kehrten wir über Zavlaka, Osečina und Kamenica nach Valjevo zurück.

Bis über Osečina hinaus durchzieht die Straße die gleichen paläozoischen, teilweise auch Crinoiden und anderer Fossile führenden Kalke, Tonschiefer und Sandsteine wie bei Pecka und Krupanj.

Von Valjevo aus traten wir die Heimreise über Belgrad nach Wien an.

Die Kosten der gesamten Reise einschließlich der Ausrüstung beliefen sich auf 5664 Kronen, wozu noch der Ersatz der militärischen Bezüge für den Unteroffizier Swoboda kommt.

Es sei zum Schlusse noch darauf aufmerksam gemacht, daß wir seit unserer Rückkehr nach Wien eine genauere Bestimmung der Fossile noch nicht ausführen konnten, ebenso wie auch noch alle mikroskopischen Untersuchungen der

Eruptivgesteine etc. mangeln, die oben gegebenen Bestimmungen können daher nur als vorläufige gelten.

Nachtrag.

Seit der Abfassung dieses Berichtes haben sich unsere Kenntnisse über die Ergebnisse der Reise in mancher Hinsicht erweitert. Einige berichtigende und ergänzende Angaben darüber mögen hier noch angefügt werden.

Die von uns als »Zementmergel« bezeichneten grauen unteren Schichten der Kreide von Mokragora verdienen diesen Titel nicht, da die Untersuchung einer Probe 25·30% in Säure unlösliche kieselig-tonige Bestandteile und sehr mäßige hydraulische Eigenschaften erwies.

Die Analyse der an der Basis derselben Kreide von Mokragora auftretenden »Bohnerze« ergab einen Gehalt von 54·60 Eisenoxyd (38·23% Eisen), jene der Chromerze vom Nordhange des Viogor 35·20% Chromoxyd (24·16% Chrom).

Die Untersuchung des dichten Magnesits von Semenjevo auf der Hochfläche des Zlatibor zeigte ein sehr reines Material mit 97·40% kohlensaurer Magnesia (46·38% Magnesiaoxyd, 51·02% Kohlensäure).



Die Siphonophoren der Adria und ihre Beziehungen zu denen des Weltmeeres[1]

Von

Dr. Fanny Moser, Berlin

(Mit 4 Tafeln, 1 Karte und 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. April 1917)

Allgemeiner Teil.

Unsere Kenntnisse der Fauna des Mittelmeeres sind auch heute noch, trotz der ungewöhnlich günstigen Untersuchungsbedingungen, merkwürdig dürftig. Das geht allein schon aus der Tatsache hervor, daß ich Frühjahr 1912 und 1913, während der paar Monate, die ich an den Zoologischen Stationen von Villefranche, Monaco und Neapel zubringen konnte, nicht nur eine ganze Anzahl dorten unbekannte Siphonophoren, sondern auch eine neue Ctenophore fand, wodurch das Bild der Beziehungen dieser Fauna zu jener des Atlantik eine nicht unerhebliche Veränderung erfahren hat. Und dabei liegen diese Stationen in der am besten durchforschten, romanischen Hälfte des Mittelmeeres! Noch viel weniger wissen wir aber von der östlichen Hälfte! Hier sind wir ganz auf die wenigen Beobachtungen im Ägäischen Meer von Forbes, die zudem über ein halbes Jahrhundert zurückliegen, und auf die Beobachtungen in der nördlichen Adria beschränkt, die auch wenig zahlreich sind. In der Ägäis stellte Forbes im Winter 1841/42

[1] Die vorliegende Arbeit ist der 16. Teil der Ergebnisse der, von dem Dampfer »Rudolf Virchow« der Deutschen Zoologischen Station in Rovigno unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsberichte, Bd. *119*, 1910; *120*, 1911; *121*, 1912; *122*, 1913).

eine große Armut der Coelenteratenfauna im allgemeinen und der Siphonophorenfauna im besonderen fest, was durchaus mit den neuesten Untersuchungen der österreichischen Pola-Expedition nach dem östlichen Mittelmeer und der dänischen Thor-Expedition, über die allerdings bisher leider nur sehr wenig bekannt geworden ist, wie auch mit den Untersuchungen von Steuer auf einer Reise von Triest nach Ägypten übereinstimmt, die durchwegs eine ständig zunehmende Verarmung des pelagischen Lebens von der Straße von Gibraltar nach Osten zu konstatierten (Näheres: Steuer, 1910, p. 2; 1913, p. 11).

Von Siphonophoren beobachtete Forbes nur fünf Arten: eine größere »*Stephanomia*«, wahrscheinlich die gemeine *Forskalia* mit gelbem Fleck an den Glocken, die im Golf von Macri an sonnigen Tagen des Dezember in einigen Exemplaren auftrat, »*Velella spirans*« an den Küsten von Rhodos im gleichen Monat, und zuweilen noch zwei Diphyiden, »wahrscheinlich *Calpe* und *Pyramis*« (*Abyla*?). Außerdem sah er einmal »*Porpita glandifera*« zwischen Patara und Lycia. Das ist alles. Es läßt sich aber mit Bestimmtheit annehmen, daß dorten auch *Physophora hydrostatica* vorkommt, da sie im südlichen Teil des Schwarzen Meeres, allerdings anscheinend nur hier, wenn auch sehr selten, erscheint, nicht auch im nördlichen Teil, also in der Höhe des Marmarameeres, an den Küsten Persiens und der Türkei, wie mir in Villefranche Herr Nicolai Meyer mitteilte, der längere Zeit in Sebastopol am Laboratorium der Akademie der Wissenschaften gearbeitet hatte. Es ist dies übrigens die einzige Mitteilung über Siphonophoren im Schwarzen Meer, die ich bisher erlangen konnte.

Zahlreicher sind die Beobachtungen aus der Adria, jedoch nur aus dem Golf von Triest. Die ersten verdanken wir Will und Busch, die dorten 1844 und 1851 eine neue Art, die kleine *Muggiaea Kochi* und damit die erste Monophyide entdeckten. Mit ihr zusammen fanden sie die zugehörige Eudoxie (*Ersaea Eschscholtzi* Busch), ohne jedoch deren Beziehungen zu ersterer zu ahnen. Diese Art hat inzwischen eine gewisse Berühmtheit erlangt durch die wichtigen Unter-

suchungen Chun's über ihre Entwicklung und die lebhaften Auseinandersetzungen, die sich, namentlich zwischen ihm und Claus, an seine theoretischen Deduktionen knüpften. Noch heute sind die betreffenden Streitfragen brennend. Später nahm Claus eine Reihe von Untersuchungen vor, über die er 1876 in der k. k. Zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien berichtete. Er stellte dabei fest, daß außer *Muggiaea Kochi* Will, die sehr gemein bei Triest ist, dorten noch vier Arten vorkommen: *Praya cymbiformis*, *Galeolaria aurantiaca (G. quadrivalvis)*, eine *Forskalia*, »wahrscheinlich *F. Edwardsi*« und eine, wie er glaubte, neue Physophore, die er *Halistemma tergestinum* nannte. Diese ist jedoch, wie inzwischen nachgewiesen, mit der, einige Jahre früher von Metschnikoff bei Villefranche entdeckten *Halistemma pictum* identisch. Dagegen fand er nicht die, seinerzeit von ihm bei Neapel entdeckte, merkwürdige Monophyide: *M. gracilis*, obwohl sie tatsächlich dorten vorkommt, wie neuerdings festgestellt. Diese Art hat ihrerseits eine gewisse Berühmtheit erlangt durch die Auseinandersetzungen, ebenfalls hauptsächlich zwischen Claus und Chun, über ihre Bedeutung und ihren morphologischen Aufbau. Sie gehört auch noch heute, zusammen mit der gleichzeitig bei Neapel entdeckten *M. irregularis*, zu den rätselhaften Calicophoren, über deren Bedeutung wir, wie Bigelow bemerkt (1911), noch immer im Unklaren sind.

Was seit Claus über die Siphonophorenfauna der Adria bekannt geworden ist, ist sehr wenig und beschränkt sich auf die, mehr beiläufigen Beobachtungen von Graeffe, Steuer, Cori und Stiasny über das Auftreten der einzelnen Arten im Golf von Triest im Laufe des Jahres, wobei nur noch *Velella* hinzukam, die, nach Graeffe, einmal dorten erschien. So ist denn die Liste der bisher beobachteten adriatischen Siphonophoren auf sieben Arten beschränkt:

Halistemma pictum Metschn. (*H. tergestinum* Claus),
Sphaeronectes Koellikeri Huxley (*M. gracilis* Claus),
Muggiaea Kochi (Will) (*Dyphyes Kochi* Will = *Muggiaea pyramidalis* Busch),

Galeolaria quadrivalvis Lesueur (*G. aurantiaca* Vogt),
Praya cymbiformis D. Chiaje,
Forskalia spec.,
Velella spirans Forskål.

Der Gegensatz in der Armut der Siphonophorenfauna bei Triest zu ihrem großen Reichtum bei Neapel und Messina, aber auch bei Villefranche, dessen biologischen Verhältnisse noch am meisten Ähnlichkeit mit denen von Triest haben, ist ein sehr auffallender. Sie legt die Frage nahe, ob sich der südliche, wesentlich anders geartete Teil der Adria mit dem salzreichen, warmen und tiefen, bis 1132 *m* abfallenden Becken nicht ganz anders auch bezüglich seiner Fauna verhält, wie der nördliche, stark versüßte und sehr seichte Teil, der nirgends eine Tiefe von 50 *m* erreicht. Zu diesem wären noch die Küstenstriche zu zählen. Einen Übergang zwischen beiden auch in faunistischer Beziehung würde dann das Pomobecken bilden (siehe Karte), das gerade in der Mitte liegt, eine Tiefe bis zu 260 *m* erreicht und auch bezüglich seiner Temperatur und seines Salzgehaltes einen Ausgleich zwischen Nord und Süd schafft. Für eine ganze Anzahl andere Gruppen, so z. B. für Pteropoden, Copepoden usw. wurde tatsächlich nachgewiesen, daß hier der Artenreichtum ein viel größerer ist, wie in der nördlichen Adria, wogegen umgekehrt die Individuenzahl eine viel geringere ist (siehe Steuer, 1910, 1911 usw.).

Auch sonst stellen sich eine ganze Reihe Fragen ein, wie z. B. nach der Ursache der sehr merkwürdigen und auffallenden Zusammensetzung obiger Liste. So fehlen in ihr die meisten der bei Neapel, Messina und Villefranche ganz gemeinen Arten, wie *Diphyes Sieboldi* Kölliker, *Halistemma rubrum* (Leuckart) und *Hippopodius luteus* Q. et G., die zu auffallend sind, um übersehen zu werden. Aber auch *Velella* fehlt so gut wie ganz, die überall sonst sehr gemein ist und oft sogar in unermeßlichen Schwärmen auftritt. Sie war das eine Jahr in Monaco, wie mir Direktor Richard erzählte, so zahlreich, daß sie in Fässern weggeschafft werden mußte, um eine Verpestung des Wassers des kleinen Hafens zu verhindern. Und Woltereck berichtet, welchen Eindruck auf ihn in Villefranche

die plötzlich aufgetretenen unübersehbaren Schwärme von *Velella* machten. In Triest dagegen ist offenbar noch niemals Ähnliches beobachtet worden. Umgekehrt finden wir dorten *M. gracilis*, die bei Neapel allerdings heimisch und nicht selten ist, dagegen vollständig in Villefranche zu fehlen scheint; jedenfalls haben sie weder Vogt und Leuckart noch auch Metschnikoff dorten zu sehen bekommen, sonst hätten sie sie sicher erwähnt; und ich selbst habe sie 1913 ebenfalls nicht gefunden, trotz eifrigen Suchens. Die übrigen Triester Arten sind dagegen in allen drei Stationen des westlichen Mittelmeeres mehr oder weniger häufige Erscheinungen.

Das vorliegende, allerdings wenig umfangreiche Material, das ich von Prof. Steuer und Prof. Cori zur Untersuchung erhielt, bot die lange erwünschte Gelegenheit, im Anschluß an meine anderweitigen Untersuchungen diesen und anderen Fragen näher zu treten. Das Material stammte teils von den Fahrten des Dampfers »Rudolph Virchow« der Deutschen Zoologischen Station in Rovigno, teils von der V., VI., VII. und IX. Terminfahrt der »Najade«, und gibt zum ersten Male die Möglichkeit, etwas Näheres auch über die Siphonophoren der adriatischen Tiefsee und des Pomobeckens und ihre Beziehungen zu den Siphonophoren des westlichen Mittelmeeres zu erfahren.

Sehr zu bedauern ist es daher, daß nur ein kleiner Bruchteil des, von der »Najade« im Laufe der Jahre gesammelten und außerordentlich umfangreichen Materiales der Bearbeitung zugänglich gemacht werden konnte. Denn so bleibt das Bild, das sich aus meinen Untersuchungen ergibt, sehr unvollständig. Ich hoffe aber, daß sich die vorhandenen Lücken in nicht allzu ferner Zeit ausfüllen lassen. Immerhin sind die gewonnenen Resultate recht interessant. Sie zeigen schon jetzt, daß die Siphonophorenfauna der Adria sehr viel reicher ist als es den Anschein hatte, denn außer den bisher bekannten sieben Arten, die alle, bis auf *Praya*, *Forskalia* und *Velella* in meinem Material vertreten waren, fanden sich noch 13 weitere Arten, nebst losen Glocken einer vierzehnten, nicht näher bestimmbaren Art und einer recht merkwürdigen, ganz jungen Physophorenlarve, deren Zugehörigkeit einstweilen

ebenfalls problematisch ist; nach den Tentakelknöpfen zu urteilen, dürfte sie einer neuen Art gehören.

Die 13 Arten, die zu den sieben oben aufgezählten hinzukommen, sind:

Muggiaea spiralis (Bigelow),
Galeolaria australis Lesueur,
Galeolaria truncata (Sars.),
Galeolaria Chuni Lens u. V. R.,
Galeolaria campanella Moser,
Galeolaria subtilis (Chun),
Diphyes Sieboldi Kölliker,
Abylopsis pentagona Q. et G.,
Bassia bassensis Lesueur,
Hippopodius luteus Q. et G.,
Hippopodius pentacanthus (Kölliker),
Halistemma rubrum (Leuckart),
Physophora hydrostatica Forskål.

Bei dieser Liste fällt gleich die interessante Tatsache auf, daß alle in ihr vertretenen Arten außerhalb des Mittelmeeres weite Verbreitung haben; es fehlt also auch nur eine, der Adria oder dem Mittelmeer eigene Form. Alle sind ferner hier längst als gemein nachgewiesen oder neuerdings von mir festgestellt worden, bis auf die zierliche, kleine *Galeolaria campanella* Moser, ferner die, in allen drei Ozeanen verhältnismäßig gemeine *Bassia bassensis* Lesueur und die, von Lens und van Riemsdijk im Material der Siboga-Expedition nach dem Malayischen Archipel entdeckte *Galeolaria Chuni*. Diese drei waren bisher im Mittelmeer ganz unbekannt. Von ihnen hatte Bigelow die letztere, infolge eines Fehlers in der betreffenden Zeichnung der Autorinnen, mit *G. australis* vereinigt, wogegen sie tatsächlich eine neue, durch ihr Gefäßsystem und ihre Somatocyste gut charakterisierte Art ist. Ich habe sie inzwischen sowohl im Material des Berliner Zoologischen Museums von den Tortugas (Hartmeyer) und von Deutsch-Neuguinea (H. Schoede), wie in demjenigen des »Gauss« aus dem mittleren Atlantischen Ozean nachgewiesen. Sie scheint eine, im ganzen mehr seltene Warmwasser-

form zu sein. Dementsprechend ist sie auch nur in einer einzigen, allerdings charakteristischen Glocke von der »Najade« am 9. Juni 1912, und zwar im Pomobecken gefangen worden.

Die kleine *G. campanella* entdeckte ich seinerzeit ebenfalls im Berliner Material von den Tortugas und aus Deutsch-Neuguinea, und zudem im Material, das der »Planet« von Colombo, allerdings nur in wenigen Exemplaren, mitbrachte, so daß ihre Verbreitung ebenfalls eine weite ist. Daß sie auch im Mittelmeer vorkommt, ist jetzt unzweifelhaft, da die zehn kleinen Oberglocken, die am 9. Juni 1912 und am 30. Mai 1913 im Pomobecken erbeutet wurden, so gut erhalten und charakteristisch sind, daß an ihrer Identität nicht zu zweifeln ist.

Was *Bassia bassensis* anbelangt, so gehört sie zu den wenigen Arten, deren Fehlen im Mittelmeer unzweifelhaft schien, ebenso z. B. wie bei *D. dispar* Cham. et Eys., denn sie ist so auffällig und merkwürdig, daß sie sonst kaum der Beobachtung entgangen wäre. Und doch ist dies der Fall, wie ich in Neapel feststellte. Hier fand ich sie im Material, das noch von den Fahrten der »Maja« stammte, allerdings nur ein wohlerhaltenes Deckstück. Meine Überraschung war damals so groß, daß ich an irgendeine Verwechslung geglaubt hätte, wäre das betreffende Material nicht noch unberührt gewesen. Nun ist aber *Bassia* auch in dem vorliegenden Material, und zwar mehrfach vertreten; vor Ragusa und im Pomobecken wurden je eine Oberglocke, und hier zudem auch noch ein Deckstück und eine Geschlechtsglocke gefunden, so daß sie jedenfalls im Mittelmeer heimisch, wenn auch sehr selten ist.

Von den anderen Arten der Liste sind besonders drei, *G. truncata* (Sars.), *G. australis* Lesueur und *Hippopodius pentacanthus* (Kölliker) ihrer weiten Verbreitung wegen interessant. Die beiden ersteren, nämlich *G. truncata* (Sars.) und *G. biloba* (Sars.), dessen Identität mit *G. australis* Lesueur erst neuerdings von mir nachgewiesen wurde, galten bisher als nordische Arten, ähnlich wie *Diphyes arctica* Chun und *Nanomia cara* L. Ag., die allen warmen Strömungen fehlen und besonders empfindlich gegen Temperaturerhöhungen sind. Dagegen steht jetzt, nach den Ergebnissen der Gauss-Expedition, die durch meine Untersuchungen des Materiales des

Fürsten von Monaco bestätigt wurden, fest, daß sie im warmen Oberflächenwasser des Atlantischen Ozeans mindestens so gemein sind, wie in der Arctis und Subarctis, und daß sich das Verbreitungsgebiet der ersteren sogar ohne Unterbrechung von Pol zu Pol erstreckt. Und das gleiche gilt auch von *Diphyes arctica. G. australis* dagegen konnte bisher nur bis zu 35° s. Br. nachgewiesen werden. So ist es denn nicht erstaunlich, diesen beiden Galeolarien auch dorten zu begegnen, wo sie noch von niemandem gesucht worden sind, nämlich im Mittelmeer. Ich habe sie sowohl in Villefranche, wie in Neapel gefunden und scheinen sie hier recht gemein zu sein, namentlich die erstere, so daß es kaum zu verstehen ist, wie sie so lange übersehen werden konnten. Wahrscheinlich wurde *G. truncata* immer mit der ihr sehr ähnlichen *Diphyes Sieboldi* Kölliker verwechselt. Allerdings haben seinerzeit Keferstein und Ehlers ein Exemplar bei Neapel gefunden und als *G. conoidea* beschrieben und abgebildet, wie Gegenbaur *G. australis* als *G. turgida* aus Messina darstellte; ihre Zugehörigkeit blieb aber durchaus zweifelhaft wegen gewisser Eigentümlichkeiten. Es handelt sich aber bei diesen, wie sich jetzt gezeigt hat, nur um individuelle Abweichungen ohne spezifische Bedeutung, wie sie bei Galeolarien überhaupt häufig sind.

Unter allen Galeolarien ist, wie gleich hier bemerkt sei, *G. truncata* eine der interessantesten, erstens weil sie einen direkten Übergang von den primitivsten Diphyiden, den typischen Galeolarien, zu den höheren, den Diphyinen, bildet; zweitens durch ihre erste Entwicklung, die neuerdings durch einen Schüler Chun's (Lochmann) eine interessante Beleuchtung erfahren hat, und drittens durch den Besitz von Eudoxien. Nach bisheriger, namentlich von Chun vertretener Anschauung, die seitdem Allgemeingut geworden, ist nämlich der Mangel an Eudoxien charakteristisch für die Galeolarien und das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal von den Diphyinen. Diese Feststellung zwang aber Chun, so typisch galeolarienartig gebaute Formen, wie die von ihm entdeckte kleine *Diphyes subtilis* zu den Diphyinen zu zählen, da sie, nach ihm, Eudoxien hervorbringt. Nunmehr konnte ich aber nach-

weisen, daß das gleiche auch der Fall ist bei zwei Hauptvertretern der Galeolarien, nämlich bei *G. truncata* (Sars.), wie übrigens schon ihr Entdecker angegeben hatte, und ferner auch bei *G. quadrivalvis* Lesueur. Damit fällt diese Schranke und kann nunmehr *D. subtilis* Chun die, ihrem ganzen Bau entsprechende Stellung im System erhalten und bei den Galeolarien eingereiht werden.

Was die dritte Art: *Hippopodius pentacanthus* (Kölliker) anbelangt, so ist sie, im Gegensatz zu den vorigen, eine ausgesprochene Tiefseeform, die auf das Mittelmeer beschränkt zu sein schien, da sie bisher ausschließlich bei Messina und Neapel, und zudem ganz selten und vereinzelt gefunden worden war. Tatsächlich ist sie aber hier eine der gemeinsten Formen, sobald tiefer als 400 *m* gefischt wird, so daß fast jeder Zug die Glocken in großer Zahl heraufbringt, wie sich bei meinem Aufenthalt in Neapel gezeigt hat. In Villefranche allerdings habe ich sie nicht gefunden, was jedoch nichts besagen will, da ich dorten in der Tiefe nur ganz primitiv mit meinem Handnetz fischen konnte, dagegen in Monaco. Und nun haben wir sie aus der adriatischen Tiefsee, wo sie zweimal von der »Najade« bei Zügen aus 300 und 600 *m* gefangen wurde, und zudem noch an der Oberfläche eine lose Glocke.

Des weiteren steht fest, daß sie tatsächlich eine außerordentliche Verbreitung hat, denn sie ist identisch mit der, aus dem Atlantischen Ozean beschriebenen *Vogtia spinosa* Keferst. und Ehl. und fand sich sehr zahlreich im Material des »Gauss« und des Fürsten von Monaco, wie in nordischem Material, das ich aus dem Kopenhagener Museum zur Untersuchung erhielt. Auch in Bigelow's Material aus dem östlichen tropisch-pazifischen Ozean war sie vielfach vertreten. Diese Tatsache ist sehr interessant in Verbindung mit der Feststellung, daß eine andere, ausgesprochene Tiefseeform des Mittelmeeres, die merkwürdige *Diphyes ovata* Keferst. und Ehl., die überhaupt nur ein einziges Mal gefangen und seitdem als »problematisch« bezeichnet worden war, identisch ist mit der malayischen *Clausophyes galeata* Lens u. V. R., die ich inzwischen sehr zahlreich in atlantischem Material nachweisen

konnte, und ferner in Villefranche, wo ich allerdings nur eine einzige, aber unverkennbare Glocke fand. Sie spricht nämlich entschieden gegen die ziemlich allgemeine Ansicht, daß die Straße von Gibraltar auch heute noch für die Bewohner der Tiefsee eine unüberbrückbare Schranke darstellt, die das Mittelmeer vom Atlantischen Ozean trennt. Würde diese Schranke tatsächlich bestehen, dann müßten sich doch wohl im Laufe der Zeiten gewisse Unterschiede zwischen den getrennten Tiefseebewohnern hüben und drüben von der Meerenge, also verschiedene Rassen herausgebildet haben. Solche Unterschiede fehlen aber nach meinen Untersuchungen durchaus, sowohl bei *H. pentacanthus* wie bei *Cl. ovata*. Im Gegenteil, ich habe sogar die vielen kleinen Abweichungen, die bei den einzelnen Individuen des ersteren so sehr häufig sind, ganz gleich im Atlantic wie im Mittelmeer gefunden.

Aber noch etwas anderes spricht gegen diese räumliche Trennung der freilebenden Tiefseebewohner, nämlich die, wohl kaum mehr zweifelhafte Tatsache, daß ein großer Teil von ihnen zeitweise auch in die höheren Wasserschichten und selbst bis an die Oberfläche heraufsteigen. Das hatte seinerzeit schon Chun angenommen und meine eigenen Untersuchungen bei Siphonophoren scheinen dies zu bestätigen.

So kam ich (»Gauss«) zu dem bedeutsamen Schluß, daß nicht nur in horizontaler, sondern auch in vertikaler Richtung eine scharfe Sonderung der entsprechenden Gruppen, also einerseits der Kaltwasser- und Warmwasserformen, andrerseits der Oberflächen- und Tiefseeformen nicht besteht, sondern daß vielmehr ständig eine mehr oder weniger starke Durchmischung stattfindet, wenigstens soweit die Temperaturunterschiede keine sehr plötzlichen und schroffen sind.

Da nun die trennende Wand der Straße von Gibraltar volle 700 *m* unter der Oberfläche liegt, ist anzunehmen, daß die meisten, wenn nicht alle freilebenden Tiefseebewohner sie überschreiten können; jedenfalls bei Siphonophoren ist kaum daran zu zweifeln.

Von den übrigen zehn adriatischen Arten ist die kleine, zierliche *Muggiaea spiralis*, die Bigelow als eine Diphyide beschrieben hatte und die sich sehr zahlreich im Gauss-Material fand, von mir inzwischen bei Neapel, und zwar zusammen mit ihrer noch unbekannten Eudoxie nachgewiesen worden. Sie ist dorten sehr gemein und fällt gleich auf durch die starke Schraubung ihrer Glocke und Gonophore und die pfeilartige Geschwindigkeit, mit der sie herumjagt. In Villefranche habe ich sie nicht gefunden, ebensowenig wie in Monaco, doch kommt sie sicher dorten vor — es war damals ein außerordentlich ungünstiges Siphonophorenjahr, wo eine ganze Anzahl selbst gemeiner Arten, so z. B. *H. luteus*, vollständig ausblieben — nachdem sie, wie sich jetzt gezeigt hat, in der Adria nicht selten ist. Dies ist auch bei *G. subtilis* Chun der Fall, die ich damals in Villefranche nachwies. Sie ist die kleinste bisher bekannte Diphyide und eine, wie sich nunmehr (Gauss) gezeigt hat, in allen Meeren verbreitete Warmwasserform, die wohl nur ihrer Kleinheit wegen meist übersehen wurde.

Gemein in der Adria ist auch die, bisher dorten ganz unbekannte *D. Sieboldi*, wie kaum anders zu erwarten war, selten dagegen *H. luteus*, *Ap. pentagona* und *Physophora hydrostatica*, ganz selten *Halistemma rubrum*, welch letztere bei Neapel und Villefranche recht gemein ist, denn von ihr wurden nur einmal einige lose Glocken gefangen.

Vergleichen wir die Untersuchungsergebnisse der drei Hauptteile der Adria, des seichten, versüßten Nordteiles, des Pomobeckens und des südlichen Tiefseebeckens miteinander und mit dem romanischen Mittelmeer, so zeigt sich, entgegen den Erwartungen, die sich auf Erfahrungen z. B. bei Pteropoden gründen, daß zwischen den beiden letzteren keine näheren Beziehungen bestehen, wie zwischen dem westlichen Mittelmeer und dem Pomobecken. Im Gegenteil, nach dem vorliegenden Material sind die Beziehungen hier sogar enger wie dorten, denn im Tiefseebecken wurden nur neun Arten, wenn man von *H. pentacanthus* und der, auch in Villefranche seltenen *G. australis* absieht, erbeutet, im Pomobecken dagegen 14 Arten, außer den Glocken der oben erwähnten unbestimmbaren Physophore. Diese 14 Arten sind:

**Sphaeronectes Köllikeri* Huxley,
Muggiaea Kochi (Will),
**Muggiaea spiralis* (Bigelow),
**Galeolaria truncata* (Sars.),
Galeolaria quadrivalvis Lesueur,
Galeolaria Chuni Lens u. V. R.,
Galeolaria campanella Moser,
Galeolaria subtilis (Chun),
**Diphyes Sieboldi* Kölliker,
**Abylopsis pentagona* Q. et G.,
Bassia bassensis Lesueur,
**Hippopodius luteus* Q. et G.,
**Halistemma pictum* Metschnikoff,
**Halistemma rubrum* (Leuckart).

Durch ein Sternchen habe ich die, beiden Becken gemeinsamen Arten bezeichnet; es sind deren also acht. *Physophora hydrostatica* wurde dagegen nur im Tiefseebecken gefangen. Daß diese Resultate nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen, sondern lediglich auf Unvollständigkeit des Materials beruhen, das steht außer Frage, denn nach allen bisherigen Untersuchungen, namentlich denen von Steuer, nimmt von Norden nach Süden der Artenreichtum zu, umgekehrt zum Individuenreichtum. Letztere Angabe stimmt dagegen mit meinen Untersuchungen, nur ist der Unterschied zwischen dem Pomobecken und dem Südbecken ein auffallend großer, um so mehr als das Material des letzteren von sehr viel mehr Stationen herrührt, nämlich von sechs Stationen, wobei hier zudem häufig in verschiedenen Tiefen gefischt wurde, so z. B. am 29. VIII. 1902 im ganzen viermal (Oberfläche, —300, —600, —900 *m*), am 24. V. 1913 dreimal (—300, —600, —900 *m*) usw. Im Pomobecken dagegen wurde nur zweimal oder, wenn man *Lucietta* dazurechnet, fünfmal gefischt und nur das eine Mal in verschiedenen Tiefen, nämlich am 30. V. 1913 (Oberfläche, —90, —160, —230 *m*). Und trotzdem war hier die Gesamtausbeute unvergleichlich viel reicher! So wurde z. B. *D. Sieboldi* jedesmal, im Südbecken dagegen nur viermal gefangen, *Mg. spiralis* und *Ap. pentagona* je viermal, hier nur drei-, respektive zweimal, allerdings *G. truncata* wiederum im

Südbecken häufiger (fünfmal) und in sehr viel größerer Anzahl wie im Pomobecken (zweimal je eine Glocke). Das stimmt aber mit den anderweitigen Beobachtungen überein, nach denen diese Galeolarie die tieferen Schichten bevorzugt. Doch auch *Halistemma rubrum* war im Tiefseebecken häufiger, umgekehrt *Halistemma pictum* im Pomobecken, wie aus der Fundtabelle zu ersehen. Viel spielt natürlich auch der Zufall dabei eine Rolle und die Tatsache, daß die Siphonophoren überhaupt, namentlich aber die Physophoren, außerordentlich wechselnd in ihrem Auftreten sind, so daß negative Resultate gerade hier mit äußerster Vorsicht verwertet werden müssen und ist mit Bestimmtheit zu erwarten, daß weitere Untersuchungen zu ganz anderen Schlüssen über die Fauna dieser beiden Becken führen werden.

Wenden wir uns der seichten, nördlichen Adria und den Küstenstrichen zu, so zeigt sich, daß im Sommer nur *Mg. Kochi* häufig ist. Im Kanal von Selve wurde noch ein Exemplar von *Sphaeronectes Köllikeri* gefischt, etwas weiter südlich, bei Skarda-Isto, *Diphyes Sieboldi* und *Galeolaria subtilis* nachgewiesen. Es ist also tatsächlich die Siphonophorenfauna der nördlichen Adria sehr arm, viel ärmer wie z. B. die der Bucht von Villefranche, die ebenfalls keine größeren Tiefen besitzt. Das hängt jedenfalls damit zusammen, daß hier im Gegensatz zu dorten, schon in geringer Entfernung ganz beträchtliche Tiefen bis zu 1000 und mehr Metern vorhanden sind, und das scheint für das Gedeihen namentlich der größeren und selbst auch der mittleren Arten, wie *D. Sieboldi*, die z. B. noch niemals bei Triest und Rovigno gefunden wurde, eine Hauptbedingung zu sein und viel wichtiger wie der Salzgehalt und die Temperatur des Wassers.

Nach meinen experimentellen Untersuchungen in Neapel, die allerdings erst begonnen wurden (siehe Moser, 1915), scheinen ganz allgemein diese beiden Faktoren einen viel geringeren Einfluß auf die Verbreitung der einzelnen Arten zu haben, wie bisher, so namentlich von Chun, angenommen wurde. Und damit stimmen alle meine sonstigen Befunde, die mich übrigens direkt zu diesen experimentellen Untersuchungen geführt hatten, überein.

Fassen wir das Ergebnis dieser Betrachtungen zusammen, so läßt sich jetzt schon sagen, daß die Siphonophorenfauna der Adria im Norden und der Ostküste entlang nur wenige heimische Arten, vielleicht sogar nur zwei: *Mg. Kochi* und *Sph. Köllikeri*, besitzt und die anderen sieben Arten dorten mehr zufällig, namentlich im Winter auftreten. Die mittlere und südliche Adria dagegen scheint eine ziemlich einheitliche Siphonophorenfauna zu besitzen, wenn man von den ausgesprochenen Tiefseeformen, wie *H. pentacanthus*, absieht, und steht an Artenreichtum wohl nicht sehr weit hinter dem nördlichen romanischen Mittelmeer zurück, da sich mit Bestimmtheit annehmen läßt, daß zu den nunmehr nachgewiesenen 20 Arten — denn die im Norden gefundenen kommen natürlich auch im Süden vor, trotzdem sie in meinem Material fehlten — mit der Zeit, bei entsprechendem Suchen, noch eine ganze Anzahl andere hinzukommen werden.

Die Beziehungen der Siphonophorenfauna der Adria zu jener des Weltmeeres sind also im wesentlichen die gleichen wie die der westlichen Hälfte des Mittelmeeres. Durch diese Feststellung wird meine, bei früherer Gelegenheit aufgestellte Behauptung (Moser, 1913) bestätigt, daß das Mittelmeer keine einzige autochthone Siphonophore besitzt. Ja, selbst eigene Varietäten scheinen zu fehlen und statt dessen sogar eine Auswahl der, im Ozean vorkommenden Varietäten stattzufinden.

So ist interessanterweise von den beiden Varietäten von *Velella*, die Chun nach der Stellung des Segels als Nordwester und Südwester bezeichnet, anscheinend die eine nahezu vollständig unterdrückt. Unter den, sicher über 1000 zählenden Velellen, die ich konserviert aus Neapel und Villefranche zur Untersuchung hatte und den später dorten lebend und konserviert untersuchten, die also aus den verschiedensten Jahrgängen stammten, fanden sich im ganzen nur vier Nordwester; alle anderen waren Südwester. Die gleiche Erscheinung finden wir allerdings auch im Weltmeer. Nur ganz ausnahmsweise kommen beide Varietäten gemischt vor, meist sind sie getrennt, bald die eine, bald die andere ausschließlich vorhanden. Dabei überwiegt, wie ich nachweisen konnte, im Atlantischen und Pacifischen Ozean der Südwester und scheint

hier das Zahlenverhältnis zwischen 3 : 1 und 2 : 1 zu schwanken. Umgekehrt im Indischen Ozean; hier überwiegen die Nordwester, wenn auch wahrscheinlich weniger stark wie dorten die Südwester.

Andrerseits fand ich alle Varietäten von *G. truncata* (Sars.) im Mittelmeer, sowohl die von Bigelow als *D. fowleri* beschriebene, mit kugeliger Somatocyste, wie die *D. conoidea*-Modifikation von Keferstein und Ehlers mit winziger, röhriger Somatocyste, und die typische Form von Sars mit der großen keulenförmigen Somatocyste, nebst allen Übergängen und den verschiedensten Abstufungen in der Zähnelung, die diese Art zu einer so interessanten Übergangsform von den Galeolarien mit winziger Somatocyste und fehlender Zähnelung zu den Diphyinen mit großer Somatocyste und wohlausgebildeter Zähnelung stempeln.

Alle in der Adria vorkommenden Arten sind also im westlichen Mittelmeer und zugleich auch im Atlantischen Ozean heimisch und damit gehören sie dem Weltmeer an, denn, wie ich früher (Gauss) nachgewiesen habe, zerfallen die Siphonophoren der warmen und gemäßigten Zone durchaus nicht, wie es bisher den Anschein hatte, in zwei mehr oder weniger scharf getrennte Gruppen, eine indo-pacifische und eine atlantische, sondern ihre Verbreitung ist eine einheitliche, so daß unterschiedslos mit ganz wenig Ausnahmen alle Arten in allen drei Ozeanen vorkommen.

Zu den Ausnahmen gehört unter Calycophoren anscheinend nur *D. Chamissonis* Huxley, die im Indischen und Pacifischen Ozean recht gemein ist, dagegen im Atlantischen Ozean ganz zu fehlen scheint. Wäre es umgekehrt, könnte man an mangelhafte Untersuchung denken, so aber muß mit einer Tatsache gerechnet werden. Einige andere Calycophoren sind allerdings bisher, außer im Mittelmeer nur noch im Atlantischen Ozean gefunden worden, so z. B. *Monophyes irregularis* Claus. Das sind aber alles kleine und zarte, oder sehr seltene Formen, die überhaupt nur schwer gefangen und kenntlich konserviert werden und zudem teilweise leicht zu übersehen sind. So habe ich z. B. selbst *Monophyes irregularis* Claus niemals zu sehen bekommen trotz aller Anstrengungen,

bis ich in Neapel war. Es läßt sich daher mit Bestimmtheit erwarten, daß diese Arten mit der Zeit auch im Indischen und Pacifischen Ozean gefunden werden und nur zufällig bisher dorten übersehen wurden.

Eine auffallende Tatsache möchte ich hier noch erwähnen. So gemein *D. Sieboldi* im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean ist, im Indischen und Pacifischen Ozean wird sie dagegen verhältnismäßig selten gefunden, während umgekehrt die ihr ähnliche, nur primitivere *D. contorta* Lens und V. R. hier gemein, dorten dagegen sehr selten ist. Die eine wird also gewissermaßen durch die andere ersetzt. Ob es sich dabei um eine allmähliche Verdrängung und Unterdrückung, oder um die Eroberung neuer Gebiete handelt, das bleibt natürlich ganz problematisch.

Wie sich die Physophoren der drei Ozeane zueinander verhalten, habe ich bisher noch nicht untersuchen können. Die Beschaffung von Material ist ja hier noch erheblich schwieriger wie bei den Calycophoren, doch bezweifle ich keinen Augenblick, soweit ich das jetzt schon beurteilen kann, daß auch bei ihnen jene Arten, die auf den einen oder anderen Ozean beschränkt sind, eine Ausnahme bilden und die große Mehrzahl ziemlich gleichmäßig alle drei Ozeane bevölkern.

Eine longitudinale Scheidung der Warmwasserformen des Weltmeeres fehlt also nahezu vollständig. Wie steht es nun mit einer meridionalen Scheidung? Ziemlich allgemein wird auch hier das Vorhandensein von zwei Gruppen angenommen, nämlich von eigentlich tropischen Formen, die eine größere Empfindlichkeit gegen Erniedrigung der Oberflächentemperatur aufweisen, und von weniger empfindlichen Warmwasserformen mit einem weiter ausgedehnten Verbreitungsgebiet. Für die ersteren fand Bigelow (1911) ein Temperaturminimum von 65° F. (18° C.), für die letzteren von 50° F. (10° C.). Dementsprechend dringen diese nach Norden bedeutend weiter vor als die tropischen Formen und bevölkern ferner auch den Golf von Biscaya und das Mittelmeer, wo die letzteren ganz fehlen, da ihnen nach Chun und Bigelow die starke Abkühlung des Oberflächenwassers im Laufe des Winters, die für das Mittelmeer charakteristisch ist, nicht zusagt.

Zu diesen tropischen, respektive »spezifisch atlantischen Arten, die nicht in das Mittelmeer vordringen«, zählten Chun und Bigelow unter anderen: *D. dispar* Cham. et Eys., *Ap. Eschscholtzi* Huxley, *Bassia bassensis* Lesueur, *Agalma okeni* Eschsch., *Doramasia picta* Chun, *Rhizophysa Eysenhardti* Gegenbaur und *Rhizophysa murrayana* Haeckel. So wurde das Mittelmeer von Bigelow direkt als Maßstab dafür genommen, ob es sich um tropische oder um Warmwasserformen handelt. Nach meinen Untersuchungen besteht aber ein solcher Unterschied überhaupt nicht, wenn auch die einen Arten etwas empfindlicher zu sein scheinen als andere, was aber vielleicht nur durch die Unvollständigkeit unserer Untersuchungen vorgetäuscht wird. Und jedenfalls sind die Unterschiede nur graduelle, die nicht zur Sonderung von zwei oder mehr Gruppen genügen, und das Mittelmeer durchaus nicht maßgebend für die Beurteilung der größeren oder geringeren Empfindlichkeit der Warmwasserformen gegen Temperaturerniedrigung. Einerseits habe ich nämlich zwei, als typisch atlantische Arten bezeichnete Formen im Mittelmeer nachweisen können, nämlich *Agalma Okeni* Eschsch. in Villefranche, die dorten allerdings nur selten, aber immerhin fast jedes Jahr in einigen Exemplaren auftritt, und *Bassia bassensis* Lesueur bei Neapel und in der Adria. Umgekehrt fehlen einige der kosmopolitischen, gegen Temperatur ganz unempfindlichen Arten, so *Diphyes arctica* Chun, die sich gewissermaßen an den Toren des Mittelmeeres von ihrem treuen Begleiter im Weltmeer, *G. truncata*, trennt, um diesen allein dorten einziehen zu lassen.

Auffallend ist auch das Fehlen einer ganzen Reihe von Arten, so z. B. von *Ap. Eschscholtzi*, deren Verbreitungsgebiet sich sonst ebenso weit nach allen Richtungen hin erstreckt wie dasjenige anderer, im Mittelmeer recht gemeiner Arten, wie der, mit ersterer sehr nahe verwandten *Ap. pentagona*, die sowohl in Villefranche und in Neapel wie in der Adria verhältnismäßig häufig ist. Ja, *Ap. Eschscholtzi* wurde im Atlantik sogar noch nördlicher und südlicher als sie gefunden, nämlich nicht nur bis zu 20° n. Br. und zu 33° s. Br., sondern bis zu 33° n. Br. und zu 42° s. Br. Und *A. trigona*, die ebenfalls

im Mittelmeer fehlt, wurde einmal sogar in der Nordsee angetroffen! Also ist die Temperatur keinesfalls die Ursache für die äußerst merkwürdige Zusammensetzung der Mustersendung des Weltmeeres in das Mittelmeer. Selbst Chun, der doch sonst der Temperatur eine so große Rolle zuschreibt, mußte zugeben, daß sie jedenfalls hierfür keine ausreichende Erklärung ist. Auch die Beschaffenheit der Meerenge ist es nicht. Und so kam er zu dem Schluß, daß uns »einstweilen noch eine Reihe von Unterlagen fehlen, welche erst gegeben sein müssen, bevor wir eine, vielleicht auf verschiedenen, verwickelten Bedingungen beruhende Tatsache verständlich finden«.

Das ist auch noch heute der Fall, während das Problem selbst nur an Schwierigkeit gewonnen hat durch den Nachweis, daß die Beziehungen der Siphonophorenfauna des Mittelmeeres zu der des Atlantik viel engere sind und die getroffene Auswahl dadurch noch merkwürdiger ist als es zu Chun's Zeiten den Anschein hatte, denn nicht nur wurden dorten »spezifisch atlantische Arten« festgestellt, sondern auch das Fehlen autochthoner Arten, wie oben besprochen.

Wir stehen hier also vor einem absoluten Rätsel, das jedoch nicht vereinzelt ist, sondern uns fast auf Schritt und Tritt begegnet, sobald wir nur die Formen irgendwelcher, auch nahe gelegener Bezirke, selbst innerhalb des Mittelmeeres vergleichen. So ist z. B. durchaus nicht einzusehen, um nur einige Beispiele zu geben, warum die primitiven Monophyiden *Sphaeronectes Köllikeri* und *Monophyes irregularis* beide in Neapel mehr oder weniger gemein sind, um beide in Villefranche offenbar ganz zu fehlen, trotzdem in der Adria wenigstens die eine von ihnen vorkommt. Ebenso ist *Muggiaea spiralis* in Neapel gemein, scheint dagegen in Villefranche zu fehlen.

Erst muß daher das Problem im Mittelmeer selbst gelöst werden, wo die Untersuchungsmöglichkeiten verhältnismäßig leicht sind, ehe wir an die unvergleichlich schwierigere Lösung des Hauptproblems: »Warum ist die Siphonophorenfauna des Mittelmeeres nur eine Auswahlsendung und zudem eine so merkwürdige des Atlantik?« mit einiger Aussicht auf Erfolg herantreten können.

Die Vorbedingung für beides ist allerdings eine planmäßig durchgeführte biologische Mittelmeerforschung durch großzügiges Zusammenarbeiten aller beteiligten Kreise, so wie seinerzeit von Cori auf der 74. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin gefordert, und wie sie später auch vorbereitet wurde von der, unter dem Vorsitz des Fürsten von Monaco 1908 in Genf. auf dem Geographentag. gegründeten »Internationalen Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Mittelmeeres«.

Ein ebenfalls noch sehr wenig erforschtes Gebiet ist der Einfluß der Jahreszeiten auf das Auftreten der verschiedenen Arten. Wir besitzen hierüber nur sehr verstreute Aufzeichnungen, die zu keinen allgemeinen Schlüssen berechtigen. So ist die Zoologische Station in Villefranche leider die einzige Mittelmeerstation, die schon von 1899 an ohne Unterbrechung sorgfältige Listen darüber geführt hat. Wie wertvoll wäre es, wenn von allen Stationen ähnliche Listen, nach einem einheitlichen Prinzip abgefaßt, vorlägen! Dann ließe sich sehr wahrscheinlich mit der Zeit auch die Ursache für das, gerade im Mittelmeer so häufig beobachtete vollständige Verschwinden mancher Arten während längerer oder kürzerer Perioden, und für ihr anscheinend ebenso wenig motiviertes plötzliches Wiederauftauchen finden. Desgleichen könnte dann vielleicht die Tatsache erklärt werden, warum manche Jahre besonders günstig für einzelne Gruppen erscheinen, andere dagegen als durchaus ungünstig, ohne daß das Wetter eine ausschlaggebende Rolle dabei spielt, wie meine eigenen Beobachtungen ergeben haben. So war z. B. das Jahr 1913, als ich in Villefranche war, sowohl dorten wie in Neapel ganz allgemein ein ausgesprochen schlechtes Jahr für Siphonophoren, Ctenophoren usw. Sonst recht gemeine Arten, wie z. B. *H. luteus*, *G. quadrivalvis*, welch letztere das Jahr vorher in großer Zahl erschien (Lochmann), und *Beroe cucumis* fehlten mehr oder weniger vollständig. Umgekehrt war das folgende Jahr, wo ich in Neapel war, ein außergewöhnlich günstiges Jahr, so daß selbst seltene Arten in großer Zahl auftraten. Und doch herrschte auch dieses Jahr teilweise sehr schlechtes Wetter; der ganze März und April war sehr kalt und stürmisch und

auch noch im Mai die Kälte fast unerträglich. Trotzdem blieben aber einzelne, ganz gemeine Arten in auffallendster Weise nahezu vollständig aus, so z. B. *Beroe cucumis*. Ob diese nun in anderen Teilen des Mittelmeeres entsprechend reichlicher auftraten, denn irgendwo mußten sie doch sein, ob sie in die Tiefe hinabgestiegen waren oder durch entsprechende Strömungen in den Ozean hinausgelangten, das blieb durchaus fraglich.

Einstweilen fehlt ja so ziemlich jede Kontrolle einer Wanderung der verschiedenen Gruppen innerhalb des Mittelmeeres und in dieses hinein, respektive aus diesem heraus. Und doch sind diese Wanderungen in vielfacher Hinsicht interessant und merkwürdig!

Eines der auffallendsten Beispiele erzählte mir Cerutti in Neapel. Dort trat plötzlich Anfang des Jahrhunderts ein unübersehbarer Schwarm der schönen und auffallenden *Physalia* auf. Sie war in Neapel so unbekannt, daß, als man dem einen alten, sehr erfahrenen Fischer ein Exemplar in die Station brachte, dieser an einen schlechten Witz glaubte und eine Schweinsblase zu sehen vermeinte, bis er sich am Meer selbst von dem Wunder überzeugte.

Woher kamen plötzlich all diese Hunderttausende von Physalien, die nach einigen Tagen wieder spurlos verschwanden und seitdem dort nicht wieder auftraten? Ähnlich erschienen in Villefranche während meines Aufenthaltes an einem Tage plötzlich Velellen in unendlicher Zahl, um schon am folgenden Tage spurlos verschwunden zu sein. Eine ständige Aufsicht der Meerenge von Gibraltar, wie sie neuerdings Steuer fordert, in Verbindung mit einer gemeinsamen Kontrolle aller Teile des Mittelmeeres wäre hier außerordentlich wertvoll. Von diesem Ideal sind wir heute allerdings weiter entfernt wie jemals, doch wird und muß sie ja endlich einmal kommen!

Einen interessanten Beitrag zu dem Wechsel im Auftreten der verschiedenen Ctenophoren und Siphonophoren im Laufe der Jahre und innerhalb der verschiedenen Jahreszeiten geben die oben erwähnten Stationslisten von Villefranche, die ich mir seinerzeit abgeschrieben habe und hier in der Annahme

beifüge, daß die Originale vielleicht dem Sturm der Zeiten zum Opfer gefallen sind. Wir ersehen aus diesen Listen, in denen die Monatsfunde in der Reihenfolge der einzelnen Jahre, von 1899 bis 1913, eingetragen wurden, daß ganz allgemein Juni bis November die ärmsten Monate sind, in denen manche Arten so gut wie vollständig fehlen, unter Siphonophoren z. B. *Halistemma pictum*, *Agalma Sarsi*, *Agalma Okeni* und *Apolemia uvaria,* während die übrigen sehr selten sind, außer *H. luteus*, der auch im Sommer relativ häufig ist, *Forskalia*, die nicht selten, und *Velella*, die sogar häufiger wie in der kalten und kühlen Jahreszeit auftritt. Bei *Forskalia* muß allerdings bemerkt werden, daß die Liste insofern nicht ganz zuverlässig ist, als die beiden angeführten Arten, von denen die eine einen gelben Fleck an den Glocken hat, während die andere farblos ist, sich sehr ähnlich sind, so daß leicht Verwechslungen vorkommen. Und was *Physophora* anbelangt, werden in Villefranche zwei Arten unterschieden, die ich jedoch vereinigt habe, da nach meinen bisherigen, allerdings noch nicht ganz beendeten Untersuchungen, tatsächlich nur eine Art vorhanden ist und die angegebenen Unterschiede teils solche des Alters, teils individuelle Abweichungen darstellen.

Bei Ctenophoren haben wir drei, das ganze Jahr über gemeine Arten, wenn sie auch im Sommer seltener wie im Winter sind, nämlich *Cestus veneris*, *Berve cucumis* und *Eucharis multicornis*, während die anderen teils nur von Jänner bis Juni auftreten, teils außerdem nur noch im Herbst. Jedenfalls sind aber die beiden Monate Juli und August in Villefranche überhaupt die planktonärmsten Monate. Das stimmt mit den Beobachtungen in Neapel und Triest überein. So ist, nach Steuer, in Triest die Schwärmzeit von *Halistemma pictum* (*Hal. tergestinum*) von Oktober bis Jänner, während sie im Sommer ganz fehlt, *Praya* kommt nur September bis Mai vor, *Beroe* fehlt ganz von März bis August, *Eucharis* im Juni und Juli. Nur *Pleurobrachia* und *Hormiphora* unter Ctenophoren, *Mg. Kochi* und *Sphaeronectes Köllikeri* unter Siphonophoren kommen dorten das ganze Jahr über vor, sind aber allerdings nach allen Berichten im Winter

zahlreicher wie im Sommer. In Neapel sind, nach Lo Bianco, *Forskalia contorta* und *Velella* das ganze Jahr über gemein, seltener *G. quadrivalvis (G. aurantiaca)*, während alle anderen im Sommer fehlen. Allerdings: *Porpita* wird im Sommer durch Südwinde zahlreich in den Golf getrieben.

Sehr interessant ist auch die Frage, ob innerhalb des Mittelmeeres zeitliche Unterschiede im Auftreten der Arten während der verschiedenen Jahreszeiten bestehen. Zwischen Neapel und Triest scheint das teilweise der Fall zu sein, so daß z. B. *Halistemma tergestinum* hier früher wie dorten erscheint. Doch kommen mir die wenigen diesbezüglichen Beobachtungen nicht sehr überzeugend vor, d. h. mehr auf Zufälligkeiten der betreffenden Jahre zu beruhen.

Wie groß diese »Zufälligkeiten« ganz allgemein sind, das springt deutlich in die Augen, wenn wir die Listen von Villefranche und Triest näher betrachten. Hier seien nur einige besonders auffallende Tatsachen hervorgehoben. In Triest blieb *Hal. tergestinum* 1900 vollständig aus, um im folgenden Jahr verhältnismäßig zahlreich aufzutreten. *Berve* fehlte 1903 im Herbst, wo sie sonst am zahlreichsten ist, gänzlich, dagegen war *Eucharis* in dem Jahr ziemlich häufig, um ihrerseits im folgenden Herbst zu verschwinden (Steuer, 1910, p. 572, 573). In Villefranche wurde *Apolemia uvaria* fünf Jahre lang, nämlich von 1899 bis 1904 vollständig vermißt, um die folgenden Jahre regelmäßig in den ersten vier Frühjahrsmonaten zu erscheinen; im Mai tritt sie dagegen nur ausnahmsweise auf und im Juni und Juli ist sie bisher überhaupt nur ein einziges Mal zur Beobachtung gekommen (1909). *G. quadrivalvis* blieb 1908 aus; 1913 wurde sie nur in einem Exemplar (im Februar) beobachtet, während sie das vorhergehende Frühjahr, nach Lochmann, in großen Scharen auftrat. Diese Tatsache ist allerdings nicht aus der betreffenden Liste zu entnehmen, da diese nur das, in der Station eingelieferte Material und zudem nicht die kleineren Arten berücksichtigt; so fehlte nach ihr z. B. 1913 *Velella*, während diese tatsächlich einen Tag im April plötzlich zahlreich erschien. Und so erklärt sich auch, warum es nach ihr den Anschein hat, als ob alle Arten nur mehr vereinzelt auftreten, während wir aus zahl-

reichen Berichten wissen, daß viele Arten meist in Scharen leben, so z. B. *Forskalia contorta* und *Halistemma*. Vogt beschreibt sehr anschaulich, wie er am 12. und 17. Dezember 1851 gegenüber dem Hafen von Nizza innerhalb einer Stunde 40 bis 50 Exemplaren von *Halistemma rubrum* (*tergestinum*?) begegnete und berichtet ferner, wie er während seines ersten Aufenthaltes in Nizza 1847 keinen Ausflug machen konnte, ohne jedesmal gegen 20 *Apolemia uvaria* zu sehen, während diese dagegen zu seiner großen Überraschung das folgende Jahr fast vollständig verschwunden war; an ihrer Stelle erschien *Halistemma*, die das Jahr vorher ganz gefehlt hatte. *Physophora hydrostatica* bezeichnet Vogt als eine, bei Nizza seltene Art und fand selbst in all den Jahren seines Aufenthaltes nur drei Exemplare. Dagegen sagten mir Honoré sowohl wie meine beiden Fischer, daß sie manchmal auch in ziemlichen Scharen auftritt.

Eine auffallende Tatsache ist ferner, daß *Agalma Okeni*, die in Villefranche nur in großen Exemplaren und nur sehr selten und ganz vereinzelt erscheint, das eine Jahr, nämlich 1905, sehr zahlreich war, denn die Stationsliste verzeichnet im März nicht weniger wie 19 und im April sogar 46 Exemplare. Es wäre sehr wünschenswert, wenn künftig, bei Aufstellung der Stationslisten, nicht nur die Stichproben, nämlich das eingebrachte Material, angegeben würden, sondern auch allgemeine Beobachtungen, und wenn sich ferner die verschiedenen Stationen jeweils über besondere Erscheinungen, wie das scharenweise Auftreten oder das gänzliche Fehlen einzelner Arten gegenseitig verständigten, um weitere Nachforschungen einleiten zu können. Jedenfalls stehen wir erst in den Anfängen einer gründlichen Durchforschung des Mittelmeeres, trotzdem diese nicht nur lokale Bedeutung hat, sondern durchaus geeignet erscheint, weiteres Licht auf merkwürdige Erscheinungen im Weltmeer zu werfen.

Im Folgenden gebe ich eine Liste der, in der Adria bisher gefundenen Arten unter Zugrundelegung meines Systems der Calycophoren, wobei ich nur, soweit zum besseren Verständnis notwendig, systematische Bemerkungen beifüge, für alles Nähere dagegen auf die Monographie Bigelow's der Siphono-

phoren der »Albatros«-Expedition und meine eigene der Siphonophoren der Deutschen Südpolarexpedition verweise, die wohl im nächsten Frühjahr erscheinen wird. Das Literaturverzeichnis am Schluß habe ich unter dem Gesichtspunkte einer schnellen Orientierung zusammengestellt.

Spezieller Teil.

Mein System der Calycophoren.

Ordo: ***Calycophorae*** Leuckart.

1. Legio: Monocalycae Moser.

I. Familie: **Monophyidae** Claus.

1. Subfamilie: *Sphaeronectinae* Huxley.
2. » *Muggiinae* Bigelow.
3. » *Nectopyramidinae* Bigelow.
4. » *Heteropyramidinae* Moser.

2. Legio: Polycalycae Moser.

II. Familie: **Diphyidae** Quoy et Gaimard.

1. Tribus: **Superpositae** Chun.

1. Subfamilie: *Galeolarinae* Chun.
2. » *Diphyinae* Moser.
3. » *Cerotocymbinae* Moser.
4. » *Abylinae* L. Agassiz.

2. Tribus: **Intermediae** Moser.

5. Subfamilie: *Chuniphyinae* Moser.
6. » *Clausophyinae* Bigelow.
7. » *Thalassophyinae* Moser.
8. » *Crystallophyinae* Moser.

3. Tribus: **Oppositae** Chun.

9. Subfamilie: *Prayinae* Kölliker.
10. » *Stephanophyinae* Chun.

III. Familie: **Dimophyidae** Moser.

1. Subfamilie: *Dimophyinae* Moser.
2. » *Amphicaryoninae* Chun.
3. » *Mitrophyinae* Haeckel.
4. » *Cuboidinae* Huxley.

IV. Familie: **Polyphyidae** Chun.

1. Subfamilie: *Hippopodinae* Kölliker.

Ordnung ***Calycophorae*** Leuckart.

Familie Monophyidae Claus.

Sphaeronectes Köllikeri Huxley **mit Eudoxie (Ersaea truncata** Will**).**

Verhältnismäßig gemein in Neapel, Messina und Triest, wurde die Kolonie vom »Virchow« zweimal erbeutet, eine kleine Glocke im Kanal von Selve und zwei südlich von Lucietta.

Muggiaea Kochi (Will) **mit Eudoxie (Eud. eschscholtzi** Busch).

Bei Malaga, Neapel und Triest längst bekannt, neuerdings von mir in Villefranche und Monaco nachgewiesen, hat der »Virchow« *Mg. Kochi* überall in der näheren Umgebung des Golfes von Triest und der Küste erbeutet. Dagegen wurde sie von der »Najade« nur einmal im Pomobecken, und im Tiefseebecken lediglich die Eudoxie gefangen.

Muggiaea spiralis (Bigelow) **mit Eudoxie.**

(Taf. I, Fig. 1 bis 4).

Wie meine Untersuchungen ergaben, ist diese Art jedenfalls keine Diphyide, wie ihr Entdecker glaubte, sondern eine Monophyide. Ihre Eudoxie habe ich im Material des »Gauss« entdeckt und beide zum ersten Male auch in Neapel nachgewiesen. In der Adria ist sie offenbar auch nicht selten. Allerdings erbeutete sie der »Virchow« nur zweimal (Ragusa), dagegen fing sie die »Najade« in großer Zahl im Pomobecken, und zwar bei jedem Zug, das eine Mal gleichzeitig mehrere hundert Glocken und dann auch viermal in der adriatischen Tiefsee.

Familie Diphyidae Quoy et Gaimard.

Galeolaria quadrivalvis Lesueur **mit Eudoxie.**

Entgegen der bisherigen Auffassung, daß die Galeolarien, zum Unterschied von den Diphyinen, keine Eudoxien haben, ist es nach meinen Untersuchungen unzweifelhaft, daß ein

Teil Eudoxien produziert. Zu ihnen gehört diese Art, die jetzt zum ersten Male in der Adria festgestellt wurde. Einmal fing die »Najade« im Pomobecken vier Oberglocken von 11 bis 15 *mm* Länge und 11 Unterglocken von 14 bis 19 *mm*, und einmal der »Virchow« westlich von Lucietta je eine Oberglocke (11 *mm*) und eine Unterglocke (10 *mm*). So ist sie hier anscheinend sehr selten.

Galeolaria australis Lesueur.

Eudoxien scheint diese absolut kosmopolitische Art nach meinen Untersuchungen nicht hervorzubringen. In der Adria ist sie bisher nur von der »Najade« (adriatische Tiefsee), und zwar lediglich eine kleine Oberglocke von 10 *mm* und eine Unterglocke von 12 *mm* gefangen worden. Bei ersterer war die Somatocyste winzig.

Galeolaria chuni Lens u. V. R.

Taf. IV, Fig. 1.

G. chuni unterscheidet sich von der vorigen Art, mit der sie Bigelow (1911), auf Grund eines Versehens in der Zeichnung der Autorinnen, vereinigte, hauptsächlich durch die große, keulenförmige Somatocyste, die senkrecht nach oben bis zur Glockenmitte geht, und durch den Mangel an Kommissuren, so daß das Gefäßsystem der Oberglocke, wie auf meiner Abbildung ersichtlich, einfach ist, wie bei *D. Sieboldi*. Ganze Exemplare sind noch nicht zur Beobachtung gekommen und auch nichts über den Stamm und seine Anhänge bekannt. In allen drei Ozeanen heimisch, wenn auch selten, ist sie jetzt zum ersten Male im Mittelmeer festgestellt worden: im Pomobecken wurde eine, allerdings einzige Oberglocke von 5 *mm* gefangen, die aber so gut erhalten und typisch war, daß an ihrer Identität nicht gezweifelt werden kann.

Galeolaria campanella Moser.

Taf. I, Fig. 5.

Diese merkwürdige kleine *Galeolaria* ist bisher nur bei den Tortugas, bei Deutsch-Neuguinea und westlich von Colombo gefunden worden (Berliner Museum). Ihr nun auch im

Material der Adria zu begegnen, war daher eine große Überraschung. Hier wurden im Pomobecken das eine Mal eine, das zweite Mal dagegen neun gut erhaltene und typische Oberglocken gefangen.

Galeolaria truncata (Sars) mit Eudoxie.

Taf. II, Fig. 1, 2.

Nach meinen Untersuchungen absolut kosmopolitisch wie *G. australis*, ist die sogenannte hochnordische *G. truncata* jetzt von mir in Villefranche und Neapel nachgewiesen worden. Jedenfalls wurde sie, ihrer Ähnlichkeit mit *D. Sieboldi* wegen meist mit dieser verwechselt. Sie besitzt ebenfalls Eudoxien, wie ich im Einklang mit den Angaben ihres Entdeckers festgestellt habe, im Gegensatz zu den Angaben Chun's. Diese Eudoxien gleichen sehr jenen von *D. Sieboldi* und auch von *G. subtilis*, sind aber bedeutend größer und kräftiger gebaut, mit einer scharf vorspringenden Ventralkante am Deckstück. Die Geschlechtsglocke hat einen rechteckigen Querschnitt wie bei allen Galeolarien, statt seitlich abgeplattet zu sein, wie bei *Diphyes*. Beim reifen männlichen Klöppel ist die Spitze orange.

In der Adria ist *G. truncata* nunmehr ebenfalls öfters und zahlreich gefangen worden, nämlich im Pomobecken am 30. V. 1913, zirka 90 *m*:

1 Oberglocke von 13 *mm* mit kugeliger Somatocyste,

zirka 230 *m*:

1 Oberglocke von 4 *mm* mit kugeliger Somatocyste,

19. VI. 1907, zirka 1000 *m*:

1 Oberglocke von 6 *mm* mit kugeliger Somatocyste und 1 Unterglocke von 4 *mm*;

im Tiefseebecken am 1. III. 1912, zirka 250 *m*:

1 Oberglocke von 12 *mm* mit kugeliger Somatocyste.

29. VIII. 1912, zirka 300 *m*:

Viele Oberglocken in allen Größen mit kugeligen Somatocysten,

29. VIII. 1912, zirka 600 *m*:

10 Oberglocken von 15 *mm* mit kugeligen Somatocysten,

29. VIII. 1912, zirka 900 *m*:

3 Oberglocken, schlecht erhalten. Von diesen hatten zwei eine kugelige, die dritte eine schlauchförmige Somatocyste.

24. V. 1913, zirka 600 *m*:

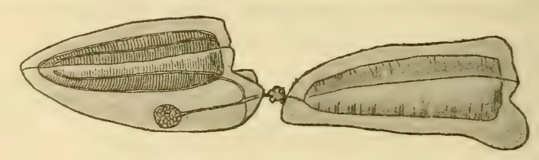
9 Oberglocken von 9 bis 13 *mm*. Bei der einen war die Somatocyste kugelig, bei den anderen dagegen teils keulenförmig und groß, teils schlauchförmig und klein.

In der nördlichen Adria und der Küste entlang fehlte *G. truncata* dagegen, wie auch z. B. im Hafen von Villefranche, während sie hier, draußen auf dem offenen Meer häufig gefangen wurde, ebenso bei Neapel. Sie scheint also die tieferen Wasserschichten zu bevorzugen.

Galeolaria subtilis (Chun) **mit Eudoxie.**

Taf. II, Fig. 3 bis 5.

Nach dem von mir erbrachten Nachweis, daß ein Teil der Galeolarien Eudoxien hervorbringt, ist es unzweifelhaft, daß die, von Chun entdeckte *D. subtilis* eine typische Galeolarie ist und mit diesen vereinigt werden muß. Die lose und bewegliche Vereinigung beider Hauptglocken, denen infolge des Mangels eines Hydröciums in der Oberglocke jede organische Verbindung fehlt, charakterisiert sie als typische



Galeolarie, wie die beigegebene Textfigur lehrt. Diese ist nach einem, allerdings sehr mäßig erhaltenen Exemplar des »Gauss« angefertigt, da es mir bisher nicht gelingen wollte, ein besseres zu erhalten und noch keine Abbildungen von dieser Art existieren. Aus dem Grunde habe ich auch die Eudoxie abgebildet. (Taf. II.)

Diese kleinste bisher bekannte Diphyide wurde viermal vom »Virchow« erbeutet, bei Skarda-Isto, vor Ragusa und bei Lucietta, von der »Najade« dagegen nur zweimal, allerdings gleich in größerer Anzahl, aber nur im Pomobecken.

Diphyes Sieboldi Kölliker mit Eudoxie.

Taf. III.

Da es zweifelhaft ist, welche von den nahe verwandten Arten von Eschscholtz und Huxley unter dem Namen *D. appendiculata* beschrieben wurde, und die erste, wirklich genügende Beschreibung dieser, auch im Mittelmeer gemeinen Art von Kölliker herrührt, hat allein der obige Name Berechtigung und muß der andere, ebenfalls gebräuchliche, ganz gestrichen werden. Auch der, von Chun u. A. statt dessen angewandte Name *D. bipartita* Costa läßt sich nicht aufrecht halten. Ein Jugendstadium von *D. Sieboldi* ist *D. gracilis* Gegenbaur, nicht aber *D. gracilis* Bedot; letztere ist statt dessen identisch mit der, im Mittelmeer offenbar fehlenden *D. contorta* Lens u. V. R.

Welche der vielen, abwechselnd *D. Sieboldi* zugeschriebenen Eudoxien tatsächlich hierher gehört, habe ich durch Züchtung feststellen können und dadurch zugleich die Ergebnisse meiner Untersuchungen des »Gauss«-Materials bestätigt gefunden, wo speziell diese Eudoxie sehr zahlreich war. Taf. III bringt sie zur Abbildung, und zwar Fig. 2 eine eben abgelöste, noch junge, nicht geschlechtsreife Eudoxie und Fig. 1 eine frei gefischte, reife, bei der bereits eine zweite Geschlechtsglocke zur Entwicklung gekommen ist. Fig. 4 bis 6 zeigen drei Cormidien auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Bei dem jüngsten (Fig. 4) ist der Beginn der Metamorphose des Deckblattes in das Deckstück, durch Auswachsen des hufeisenförmigen Kanales in die schlauchförmige Phyllocyste, deutlich zu erkennen, während das älteste (Fig. 6) bereits einen direkten Übergang zur jungen Eudoxie von Fig. 2 bildet.

Die Eudoxie gleicht sehr jener von *Mg. Kochi* (Will) und *G. subtilis* (Chun) und ist ebenfalls klein und zart, wie sie,

jedoch sind die Kanten gesägt, nicht glatt, und bei der Geschlechtsglocke ist die Apophyse länger, wodurch die Verbindung mit dem Deckstück weniger fest ist, wie dorten, namentlich bei ausgewachsenen Exemplaren. Ganz anders sieht dagegen die neuerdings von Lens und van Riemsdijk und dann von Bigelow unter dem Namen *Eudoxia campanula* beschriebene und hierher gerechnete Eudoxie aus, die groß und kräftig ist und tatsächlich, wie ich nachweisen konnte, zu *D. mitra* Huxley gehört, deren Eudoxie noch unbekannt war. Letztere kommt im Mittelmeer nicht vor.

So verbreitet und gemein *D. Sieboldi* in Neapel und im westlichen Mittelmeer ist, bei Triest scheint sie gänzlich zu fehlen, während sie sonst in der nördlichen Adria immerhin ausnahmsweise auftritt, da der »Virchow« einmal ein Exemplar in der Straße zwischen Skarda-Isto erbeutete, ebenso eine Ober- und eine Unterglocke. Die übrigen Funde liegen dagegen alle viel südlicher, nämlich (eine Ober- und eine Unterglocke) bei der Insel Pomo und (lose Glocken) in der Umgebung von Lucietta. Um so gemeiner ist sie im Pomobecken und in der adriatischen Tiefsee, wo sie mit jedem Zug in Mengen heraufkam. Da sie eine widerstandsfähige und sonst sehr verbreitete Art ist, bleibt ihr Fehlen bei Triest vorläufig rätselhaft.

Abylopsis pentagona Q. et G. **mit Eudoxie.**

Diese Art, die jetzt zum ersten Male in der Adria nachgewiesen wurde, ist dorten jedenfalls nicht ganz selten, nach der Fundliste zu urteilen. Sie wurde gefangen

vor Ragusa, 15. VI. 1907, 1000 *m*: 1 Oberglocke, 5 *mm*;
bei Lucietta, 30. VII. 1909, 220 *m*: 1 Unterglocke, 20 *mm*;
westlich Lucietta, 26. VII. 1911, 180 *m*: Ein ganzes Exemplar, 14 *mm*;
im Pomobecken, 9. VI. 1912, 90 *m*: 1 Deckstück;
ebenda, 30. V. 1913, 90 *m*: 2 Oberglocken, 5 und 6 *mm*, 1 Geschlechtsglocke;
adriatische Tiefsee, 29. VIII. 1912, 0 *m*: 1 Oberglocke, 4 *mm*;
ebenda, 24. V. 1913, 300 *m*: 1 Unterglocke, 18 *mm*.

Bassia bassensis Lesueur mit Eudoxie.

In allen drei Ozeanen recht gemein, ist es sehr merkwürdig, daß diese auffallende Art erst jetzt im Mittelmeer gefunden werden konnte. Zuerst habe ich sie in Neapler Material, das noch von der »Maya« stammte, festgestellt, allerdings nur ein Deckstück, und jetzt immerhin eine Geschlechtsglocke (4 *mm*) vor Ragusa, und ferner 1 Oberglocke (4 *mm*) (9. VI. 1912, 0 bis 90 *m*) und 1 Deckstück (6 *mm*) mit einer losen Geschlechtsglocke (4 *mm*) (30. V. 1913, 0 bis 90 *m*) im Pomobecken; diese sind durch die charakteristischen weißen Ränder einwandfrei bestimmt. Im Tiefseebecken, wo *Bassia* a priori noch eher zu erwarten gewesen wäre, wurde sie dagegen nicht gefunden. So ist sie im Mittelmeer jedenfalls relativ selten.

Praya cymbiformis D. Chiaje.

Die Verbreitung dieser Art ist eine sehr weite, denn im Süden ist sie bereits bis Valparaiso (»Gauss«), im Norden noch im Behringsmeer (»Albatros«, 1913) nachgewiesen worden. In Neapel, Messina und Villefranche sehr gemein, ist sie in der Adria dagegen selten. In meinem Material von dorten fehlte sie gänzlich.

Bisher herrschte eine außerordentliche Verwirrung in bezug auf die Prayinen. Es wurden dabei mehrere ähnliche Arten beschrieben und durcheinandergeworfen, so daß es nicht einmal klar war, welche der vielen Namen, die zur Anwendung kamen, als Synonyme zu betrachten seien. Auf Grund meiner Untersuchungen hat sich nun ergeben, daß sich die drei, aus dem Mittelmeer beschriebenen Prayinen: *Pr. cymbiformis* D. Chiaje, *Pr. diphyes* (Vogt) und *Pr. medusa* Metschnikoff auf zwei reduzieren, von denen die erstere identisch ist mit *Pr. maxima* Gegenbaur und *Pr. galea* Haeckel. Die zweite muß künftig *Lilyopsis diphyes* (Vogt) heißen und ist identisch mit der von Vogt und Metschnikoff beschriebenen Art, die auch von Kölliker, Chun (*Pr. diphyes*, *Lilyopsis medusa*) und Bedot (*Lilyopsis rosacea*) beobachtet und beschrieben wurde. Die dritte Form, die hauptsächlich die Kon-

fusion verursacht hat, ist nichts als die Larve von *Pr. cymbiformis*, wie ich in Neapel feststellen konnte und in einer demnächst erscheinenden Abhandlung (Bibliotheka Zoologica) nachgewiesen habe.

Was die beiden anderen Formen anbelangt, so sind sie durchaus nicht ähnlich, wie bisher meist angenommen, sondern ganz im Gegenteil so außerordentlich verschieden, daß jede Verwechslung ausgeschlossen ist. Um weitere Konfusion unmöglich zu machen, sei folgendes bemerkt:

Bei *Pr. cymbiformis* sind die beiden Hauptglocken, die meist allein an der Kolonie angetroffen werden, wenig durchsichtig, außerordentlich fest und widerstandsfähig und ihre Verbindung eine sehr enge, indem die untere auf ihrer ganzen Länge tief in das Hydröcium der oberen eingesenkt ist. Die Somatocyste beider Glocken ist lang und hat zwei Äste, einen oberen, der auf dem Boden des Hydröciums senkrecht nach oben geht, und einen unteren, der als basale Verlängerung des ersteren erscheint. Die Lateralgefäße sind, besonders bei älteren Glocken, vielfach mäanderartig gewunden. Die Deckblätter sind bohnenförmig mit zwei Seitenlappen. Ihre Phyllocyste besteht aus vier Ästen. Die Geschlechtsglocken haben zwei Flügel, einen großen dorsalen und einen kleinen ventralen.

Lil. diphyes dagegen ist außerordentlich zart, hinfällig und absolut durchsichtig, und zerfällt rasch und leicht vollkommen. Deshalb ist sie schwer genauer zu untersuchen und in einigermaßen kenntlichem Zustand zu konservieren. Von einer Expedition scheint sie dementsprechend noch niemals mitgebracht worden zu sein. Ihre beiden Hauptglocken sind keilförmig und nur ganz lose miteinander verbunden, da die obere die untere nur wenig und nur oben umfaßt. Drei Eigentümlichkeiten zeichnen ihre Hauptglocken vor denen aller anderen Prayinen aus:

1. Die Somatocyste hat zwei obere Äste, die wie Schmetterlingsfühler aussehen. Sie entspringen gemeinsam aus dem Stielkanal und gehen divergierend nach oben, wobei sie sich zugleich immer mehr vom Hydröcium entfernen. Oben sind sie leicht abgeknickt und ihr Ende knopfförmig erweitert. Diese Äste sind nicht leicht zu erkennen, da sie sich gegenseitig,

bei seitlicher Ansicht der lateral abgeplatteten Glocken, verdecken, und letztere nur schwer in eine andere Lage gebracht werden können. Daher sind sie ganz übersehen worden und auch ich habe sie erst nachträglich entdeckt.

2. Die Lateralgefäße sind relativ einfach, nie mäanderartig gewunden und die vier Subrumbrellargefäße entspringen nicht gemeinsam aus dem Gefäßpol sondern sind das Ergebnis einer dichotomen Teilung von zwei Ästen. Zwei der ersteren haben einen auffallend kirschroten Fleck, der jedoch nur bei schwacher Vergrößerung zu sehen ist; manchmal ist aber auch nur ein einziger Fleck vorhanden.

3. Weist der Mund, bei starker Vergrößerung, einen Kranz von winzigen roten Flecken und kleinen birnförmigen Tuberkeln auf; ihre Zahl ist wechselnd, die der Flecken aber stets bedeutend größer wie die der Höcker.

Ganz ähnlich wie die Hauptglocken sind die Spezialschwimmglocken, die diese Art tatsächlich, nach meinen Untersuchungen, im Gegensatz zur vorigen besitzt. Ich bringe sie Taf. IV, Fig. 3, zur Abbildung. Hier fand ich allerdings manchmal auch drei statt zwei rote Flecken an den Gefäßen. Das Deckblatt ist sonderbar gestreckt, mit zwei Flügeln. Die Phyllocyste hat nicht vier, sondern sechs Äste, die am Ende, wie bei der Somatocyste, knopfartig erweitert sind. Ein siebenter Ast ist viel schlanker und länger, und hat ganz andere Beziehungen zur Oberfläche, unter der er endet, wie die übrigen. Dieser eigentümliche Ast findet sich auch bei *Pr. cymbiformis*.

Eine Verwechslung beider Arten ist hiernach unmöglich und läßt sich nur durch die Unzulänglichkeit aller bisherigen Beschreibungen und Abbildungen von *L. diphyes*, von denen jene Metschnikoff's noch die besten sind, erklären. So scheint z. B. auch ganz übersehen worden zu sein, daß nicht nur ihre Spezialschwimmglocken, sondern auch die Hauptglocken diesen Kranz birnförmiger Höcker und roter Tupfen am Mund haben. Nicht einmal das Vorhandensein von Spezialschwimmglocken stand fest (siehe Bigelow, »Albatross«, 1911).

Nachgewiesen wurde *Lil. diphyes* im Gegensatz zu *Pr. cymbiformis* bisher nur bei Villefranche, Messina, Neapel, den Canaren und Amboina. Alle anderen Berichte, so z. B. von

Bigelow, beziehen sich offensichtlich auf die letztere, respektive deren Jugendstadien.

Familie Polyphyidae Chun.

Hippopodius luteus Q. et G.

Diese, im westlichen Mittelmeer sehr gemeine Art wurde jetzt zum ersten Male in der Adria nachgewiesen, und zwar sowohl im Pomobecken wie im Tiefseebecken, wo sie sogar neunmal gefangen wurde. Es handelte sich aber stets nur um Bruchstücke, also um Köpfe, d. h. den oberen Teil der Kolonie mit den jüngeren Glocken, und um lose Hauptglocken verschiedener Größe.

Hippopodius pentacanthus (Kölliker).

Taf. IV, Fig. 4, 5.

Von der Gattung *Vogtia* Kölliker, die von mir mit *Hippopodius* verschmolzen wurde, sind zwei Arten beschrieben, die obige und *V. spinosa* Keferst. und Ehl. Nach meinen Untersuchungen sind diese beiden jedoch identisch und daher unter obigem Namen zu vereinigen.

H. pentacanthus galt bisher als eine äußerst seltene mittelländische Art, denn sie war nur bei Neapel und Messina und zwar in wenigen Exemplaren gefunden worden. Ich habe sie aber inzwischen in Monaco nachgewiesen und zudem festgestellt, daß sie bei Neapel eine der gemeinsten Arten ist, sobald in Tiefen von mindestens 400 *m* gefischt wird. Jedenfalls ist sie eine ausgesprochene Tiefseeform, die nur ausnahmsweise in seichtere Schichten oder gar an die Oberfläche emporsteigt, wenigstens in mittleren Breiten. Zum ersten Male liegen nun auch Funde aus der Adria vor, wo sie viermal im Tiefseebecken und bezeichnenderweise nur hier gefangen wurde, allerdings nicht weniger wie 46 von ihren charakteristisch fünfkantigen Hauptglocken, also jedenfalls eine größere Anzahl zerfallener Exemplare.

Zur Vermeidung weiterer Verwechslungen mit dem ähnlichen *H. serratus* Moser, den Bigelow gut als *V. penta-*

cantha abbildet (1913, T. V, VI), sei bemerkt, daß ersterer niemals an den fünfeckigen Glocken die, für letzteren charakteristischen Zacken oder Tuberkeln hat, sondern glatt ist, mit gesägten Kanten. Zudem ist seine Gefäßplatte anders, nämlich zungenförmig wie bei *H. luteus*, bei *H. pentacanthus* dagegen fledermausartig, um hier, im Gegensatz zu dort, bei größeren Glocken allmählich kleiner zu werden und bei sehr großen meist ganz zu verschwinden.

Die sogenannte Larvenglocke habe ich in Monaco und nunmehr in Neapel entdeckt und bringe sie Taf. IV zur Abbildung. Daß es sich bei dieser Glocke, ebenso wie bei der sogenannten Larvenglocke von *H. luteus* tatsächlich gar nicht, wie angenommen, um eine Larvenglocke, sondern um die definitive Oberglocke handelt, ist anderenorts nachgewiesen und wird in einer besonderen Abhandlung (Bibliotheka Zoologica) begründet werden, ebenso daß die, zu einer Säule am Pseudostamm angeordneten charakteristischen Glocken von *H. luteus* und *H. pentacanthus*, die meist allein angetroffen werden, die Unterglocken mit ihren Ersatzglocken sind. Die Oberglocke (»Larvenglocke«) des letzteren gleicht sehr jener des ersteren, nur ist sie runder und das Hydröcium nicht tief taschenartig, sondern fast nur eine rundliche Delle, wie ein Daumeneindruck auf der flachen Seite der dicken Scheibe, wie auf Taf. IV, Fig. 4, zu sehen.

Ordnung ***Physophorae*** Eschscholtz.

Bisher sind in der Adria nur drei Physophoren beobachtet worden, zu denen jetzt zwei hinzukommen.

Familie Forskalidae Kölliker.

Forskalia contorta (Vogt).

Forskalia finden wir nur zweimal in den Berichten der Adria, respektive von Triest erwähnt, und zwar von Claus (1876), nach welchem »eine *Forskalia*, wahrscheinlich *F. Edwardsi*, beobachtet wurde«, und von Graeffe (1884), der kurz bemerkt, daß »*F. contorta* M. Edwards« in den Winter-

monaten, wenn auch selten, auftritt, und einmal sogar noch im März gesehen wurde. Meist kamen allerdings nur verstümmelte Kolonien vor, die durch Strömungen und Wellen von Süden heraufgebracht wurden. Um welche Art es sich dabei handelte, ist nicht ersichtlich, denn bei dieser Familie herrscht eine außerordentliche Verwirrung. Die verschiedenen Arten werden bald mit dem einen, bald mit dem anderen Namen bezeichnet und war es bisher ganz zweifelhaft, wieviel Arten es überhaupt gibt, wie sie zu nennen und wie zu unterscheiden sind. Die von Bedot seinerzeit unternommene Revision hatte darin keinen Wandel zu bringen vermocht. So hat Bigelow (1911) nicht einmal den Versuch gemacht, die betreffenden Glocken seines Materiales zu bestimmen.

Meine eigenen Untersuchungen haben nun ergeben, daß tatsächlich vier Arten vorhanden sind, die sich nicht nur durch die Farbe, sondern auch morphologisch und biologisch voneinander unterscheiden und daher konserviert noch zu erkennen sind. Auf diese vier Arten sind alle bisher beschriebenen Forskalien zu verteilen. Die eine ist die bisher ganz problematische *F. tholoides* Haeckel. Sie fand sich im Material des »Gauss« und ist relativ sehr selten. Im Mittelmeer kommt sie offenbar nicht vor, im Gegensatz zu den drei anderen, und unterscheidet sich ausgesprochen durch ihren Bau von ihnen.

Die gemeinste unter diesen ist durch einen schwefelgelben, runden Fleck an den Glocken ausgezeichnet, der bei guter Konservierung noch als dunkle Masse hervortritt, da eine Veränderung des Gewebes seine Basis bildet. Dieser Fleck sitzt am Velum, in der Mitte der, dem Stamm zugekehrten Breitseite der Glocke. Letztere ist proximal breit abgeschnitten und hat hier an der linken Seite einen kleinen Fortsatz. Die Kolonie bildet, zum Unterschied von den beiden anderen mittelländischen Arten, eine kompakte Masse von tannenzapfenähnlicher Form, und hat einen spiral gewundenen Stamm, der sich unter Umständen fast ganz aufrollen kann, wobei dann das ausgewachsene Tier eine Länge bis zu mehreren Metern hat. Die Hauptglocken, mehrere hundert an der Zahl, sitzen in einer dichten Spirale, die jedoch, das sei hier, im

Gegensatz zu allen bisherigen Angaben, betont, nichts mit der Spiraldrehung des Stammes zu tun hat, sondern auf ganz andere Weise, nämlich ähnlich wie bei *Praya* und *Hippopodius* durch die besondere Einstellung der langen Apophysen nach allen Seiten, zustande kommt. Darüber haben meine Untersuchungen nicht den leisesten Zweifel gelassen. Die Cormidien stehen ebenfalls sehr dicht und in Spiralen. Die Leberwülste ihrer langen, schlanken Saugmagen haben eine matte, braunrote Farbe, ebenso die Nesselknöpfe. Die Tiere schwimmen unter drehender Bewegung mit der Pneumatophore voraus.

In Villefranche und Neapel wird diese Forskalie meist *F. contorta* M. Edwards genannt. Aber die Beschreibung und die Abbildungen des Autors lassen durchaus nicht erkennen, um welche Art es sich tatsächlich handelt, und so wird dieser Name oft, so z. B. von Bedot, auch auf die andere ähnliche, aber fleckenlose Art angewandt. Die gelbgefleckte Art taufte Kölliker dagegen *F. Edwardsi,* während Leuckart sie *F. ophiura* nannte usw.

Auch die dritte Art, mit einem brennend roten Fleck an den Hauptglocken, wird bald mit diesem, bald mit jenem Namen belegt; so heißt sie bei Leuckart *F. contorta,* während sie in Neapel bald *F. formosa*, bald *F. superba* heißt. Da ein Teil der betreffenden Arbeiten fast gleichzeitig erschienen sind und die strenge Innehaltung der Regeln daher auf Schwierigkeiten stößt, teilweise sogar zu einem direkten Tausch der gebräuchlichen Namen führt, habe ich mich, so gut es ging, aus diesem Chaos durch einen Kompromiß gerettet, und nenne künftig die gelbgefleckte Art wie oben, da Vogt unter dem Namen *Apolemia contorta* die erste gute Abbildung der ganzen Kolonie gegeben hat und mit diesem Namen meist die gemeinste mittelländische Art bezeichnet wird, die oft in ganzen Schwärmen auftritt.

Als *F. formosa* Keferst. und Ehl. bezeichne ich dagegen die, *F. contorta* am nächsten stehende vierte *Forskalia*, die an den Hauptglocken keinen Fleck hat, viel zarter erscheint und durch die lockeren, gestreckten Spiralen ihres Stammes und den weiten Abstand ihrer Cormidien mehr einer *Agalma* gleicht. Die Farbe ist viel intensiver, nämlich hell-

ziegelrot bei den Tentakelknöpfen, brennend rot bei den Leberwülsten. Die Hauptglocken sind proximal ebenfalls abgestutzt, hier aber durch einen tiefen, medianen Einschnitt in zwei Lappen geteilt, einen kleineren rechten, abgerundeten, und einen viel größeren linken, spitz zulaufenden.

Für die dritte Art ist wohl einzig der Name *F. leuckarti* Bedot anwendbar. Der rote Fleck an den Hauptglocken ist linsenförmig und sitzt in der Wand des Stielgefäßes, die hier stark verdickt und merkwürdig verändert ist, und zwar in einiger Entfernung von der Subrumbrella, so, daß von der Breitseite der Glocke nur die Kante der Linse zu sehen ist. Allerdings tritt dieser Fleck erst bei älteren Glocken auf, während der gelbe Fleck von *F. contorta* schon bei sehr jungen Glocken deutlich hervorsticht. Die Form der Kolonie ist sehr merkwürdig, denn sie gleicht einem kurzen, dicken Kegel, dessen Spitze von der Pneumatophore gebildet wird, die flache Basis dagegen von der untersten, weitesten Spirale des Stammes. Die Cormidien sind kurz- statt langgestielt und dicht hintereinander an der Außenseite des Kegels aufgereiht. Merkwürdig sind auch die Deckblätter, denn sie sind nicht wie dort blatt-, sondern keilförmig und wie die Seiten eines aufrechtstehenden Buches hintereinander aufgereiht. Das merkwürdigste ist aber, daß diese überaus stattliche Art, die bei Neapel und Villefranche nur selten und nur vereinzelt auftritt, umgekehrt schwimmt, wie alle bisher von mir beobachteten Physophoren, nämlich rückwärts, mit der Kegelbasis voraus, was ganz verrückt aussieht. Die Nesselknöpfe sind feuerrot, rotbraun dagegen die sehr langen Leberwülste der dicken, großen und mehr kugeligen Saugmagen.

Außerhalb des Mittelmeeres ist von den drei mittelländischen Arten bisher nur die eine, und zwar von mir *F. leuckarti* einwandfrei nachgewiesen, nämlich bei Japan (Doflein) und auffallenderweise auch im hohen Norden, unter dem 60. Grad n. Br., wo sie seinerzeit von der »Tjalfe« zahlreich gefangen wurde, so daß sie wahrscheinlich auch hier heimisch ist. An anderem Ort werde ich eine ausführliche Darstellung dieser interessanten Familie und ihrer eigenartigen Knospungsverhältnisse geben.

Familie Agalmidae Brandt.

Bei den Agalmiden ist die Konfusion womöglich noch größer wie bei den Forskaliden, was hauptsächlich mit den ungenügenden und, wie ich in Neapel feststellen konnte, teilweise direkt unrichtigen Beschreibungen zusammenhängt. Zudem besteht keine Einigkeit über die anzuwendenden Namen. Da ich selbst noch keine Revision der Literatur vornehmen und also zu keinem Schluß kommen konnte, welche Namen nach den Regeln tatsächlich die richtigen sind, wende ich vorläufig die in Neapel gebräuchlichen Namen an und bemerke hier nur kurz, um eine rasche Orientierung zu erleichtern, daß von den beiden, auch in der Adria vorkommenden Arten die eine einen nackten, in mehrere Spiralen gewundenen Nesselknopf mit einem einzigen Endfaden hat; die zweite dagegen besitzt ein Involucrum, das wie ein Becher die untere Hälfte des Knopfes umgibt, der zudem viel kürzer, nur mit $2^1/_2$ Spiralturen ist. Die erstere wird als *Halistemma rubrum* (Leuckart), die zweite als *Halistemma pictum* Metschnikoff bezeichnet. Die dritte mittelländische Agalmide, die dagegen noch nicht in der Adria nachgewiesen wurde und meist *Agalma sarsi* genannt wird, hat zwei Endfäden und eine Endblase an ihrem Nesselknopf. So sind diese drei Arten sofort an ihren Nesselknöpfen zu unterscheiden.

Halistemma rubrum (Leuckart).

Von dieser Art gab Kölliker unter dem Namen *Agalmopsis punctata* eine ausreichende Abbildung, abgesehen davon, daß er den Tentakelapparat falsch, nur mit einem Tentakelknopf darstellt, während er verzweigt ist. Auch sonst ist die Darstellung in Einzelheiten teils unrichtig, teils unvollständig, genügt aber zur Feststellung der Art, die, zum Unterschied von der folgenden, rote Flecken an den Glocken und am Stamm nicht hat. Ebenso entspricht ihr die *Hal. rubrum* von Metschnikoff, dagegen nicht die *Agalma rubra* von Vogt nach seinen Abbildungen Taf. VII eines jüngeren und eines sehr großen Exemplars, nach den Abbildungen Taf. XI eines sehr jungen Exemplars, und Taf. IX einer ausgewachsenen

Glocke, die z. B. alle rote Flecken haben. Andere Abbildungen Vogt's stimmen allerdings wieder mit der Kölliker-schen Art überein, so daß nur die Annahme Leuckart's möglich ist, daß Vogt beide Arten zusammengeworfen hat. Diese Annahme wird dadurch gestützt, daß Vogt von alten und jungen Individuen spricht, wobei die Glocken der ersteren rote Flecken haben, die bei den letzeren verschwanden (p. 65). Hiernach ist der Name Vogt's unhaltbar. Als Speziesname wäre wohl am besten der von Leuckart zu verwenden, weil jener Kölliker's ganz ungewohnt, während dagegen *rubrum* doch schon eingebürgert ist, zudem auch Leuckart's Darstellung und die Abbildungen richtiger und vollständiger sind wie die Kölliker's.

Im westlichen Mittelmeer recht gemein, ist *Hal. rubrum* jetzt auch in der Adria nachgewiesen. Hier wurde sie zweimal gefangen, im Pomobecken einmal ein nackter Stamm mit der charakteristischen Pneumatophore und zahlreichen losen Glocken, und einmal im Tiefseebecken, hier nur Glocken. Weiter nördlich scheint sie nicht vorzukommen, zum Unterschied von *Forskalia*.

Halistemma pictum Metschnikoff.

Die besten Abbildungen dieser Art gibt Metschnikoff, die beste Beschreibung Claus (*H. tergestinum*). Neuerdings (1911) bringt auch Bigelow gute Abbildungen (Taf. XIX, XX) nebst einigen ergänzenden Beobachtungen. Meine eigenen, allerdings erst begonnenen Untersuchungen haben einiges Neue von Interesse ergeben, so z. B., daß der ganze untere Teil der Kolonie sogenannte larvale Tentakelknöpfe aufweist, im Gegensatz zum oberen; beide erhalten sich jedenfalls zeitlebens und gleichwertig nebeneinander. Die ersteren werden offenbar von der jungen, die anderen von der älteren Kolonie hervorgebracht. Näher hierauf einzugehen würde zu weit führen. Ferner habe ich Chun's Knospungsgesetze nicht in allen Teilen bestätigt gefunden.

Diese Art ist in der Adria viel gemeiner wie die vorige und kommt auch noch bei Triest vor. Dementsprechend wurde sie wiederholt vom »Virchow« und der »Najade« gefangen,

wie aus der Fundliste zu ersehen. Allerdings waren es immer nur Bruchstücke, wie meist bei Physophoren.

Familie Physophoridae Huxley.

Physophora hydrostatica Forskål.

In der Adria ist diese weitverbreitete Siphonophore jetzt auch zum ersten Male beobachtet worden, allerdings nicht im Norden, wohin sie kaum vordringen dürfte, sondern im Pomobecken, wo einige lose Taster gefunden wurden, einmal desgleichen bei Lucietta und ferner zweimal im Tiefseebecken Taster und Glocken.

Familie Velellidae Brandt.

Velella spirans Forskål.

Unter diesem Namen sind alle Velellen zu vereinigen, da die, von verschiedenen Seiten beschriebenen Unterschiede, so die Form der Schale und die Form des Segels entweder nicht mehr als individuelle Bedeutung haben oder so gering sind, daß sie höchstens als Rassenmerkmale Geltung haben. In der Adria ist *Velella* bisher nur ein einziges Mal beobachtet worden, nämlich von Graeffe im Golf von Triest, während sie im westlichen Mittelmeer sehr gemein ist.

Neue Physophora-Larve

Taf. I, Fig 6; Taf. II, Fig. 6.

Unter dem, von Burckhardt bei Ragusa gesammelten Material fand sich eine merkwürdige kleine Larve, die jedenfalls zu den Physophoren gehört, wenn auch vorläufig ihre besondere Stellung, nach den sehr eigentümlichen Nesselknöpfen ganz zweifelhaft ist. Wahrscheinlich gehört sie zu einer noch unbekannten Art, denn selbst wenn der Tentakel nur ein embryonaler Tentakel ist, hat sie keine Beziehungen zu irgendeiner der bekannten Physophoren, nach dem was wir bisher über deren Larven wissen.

Die Larve, die eine Gesamtlänge von kaum 2·3 *mm* hatte, wurde am 15. Juni 1907 gefangen, zusammen mit einer Geschlechtsglocke von *B. bassensis*, einer Oberglocke von *Ap. pentagona*, mehreren *Mg. Kochi*, einigen kleinen, nicht näher bestimmbaren Physophorenglocken und einer Geschlechtsglocke von *Mg. spiralis*. Anfangs sah es aus, als ob es sich um ein rundes Ei mit einem Büschel merkwürdiger Anhänge handle. Erst die Untersuchung bei durchfallendem Licht ergab, daß das Ei eine mediane, ringförmige Einschnürung und oben, am entgegengesetzten Ende wie die Anhängsel, eine tiefe Mulde besaß, aus der ein kleiner spitzer Kegel, jedenfalls die Anlage der Pneumatophore, hervorragte. Die Wand dieses Kegels war dick und zweischichtig, innen aus hohen Zylinderzellen bestehend, außen an den Seiten ganz dünn, aus kubischem Epithel, oben dagegen stark verdickt durch Erhöhung der Zellen. Die Anhänge bildeten ein dichtes Büschel an der Unterseite des Eies, respektive des rundlichen Körpers und bestanden erstens aus einer Anzahl runder Knospen, zirka fünf an der Zahl, zu denen noch eine große hohle Knospe von birnförmiger Gestalt kam; letztere konnte die Anlage eines Saugmagens sein; zweitens war ein stark kontrahierter, dicker Schlauch ohne Anhänge vorhanden, dessen Bedeutung unklar blieb; entweder handelte es sich um den jungen Stamm, an dem ursprünglich der Primärmagen hing, oder aber um den Tentakelstummel. Das Interessanteste waren aber drittens die Nesselknöpfe, die sowohl durch ihre Form, wie durch Bau und Größe auffielen und sich von allen bekannten Nesselknöpfen unterscheiden. Außer einigen länglichen Knospen, von denen die größeren alle stark abgeplattet, unten zugespitzt und innen hohl waren, sonst aber keine besondere Struktur erkennen ließen, fanden sich fünf Nesselknöpfe verschiedener Größe, die bereits eine höhere Differenzierung und offenbar die definitive Form besaßen und auf verschiedenen Entwicklungsstufen standen. Der älteste Knopf hatte eine Länge von zirka 1·5 *mm* und glich einem langen, schlanken, dünnen Blatt; proximal verlief er allmählich in einen langen, dünnen Stiel, distal dagegen zog er sich zu einer schlanken Spitze aus, die einen kleinen, dünnen und durchsichtigen Endfaden mit zahlreichen

zerstreuten Zellkernen trug. Das Blatt selbst hatte einen zentralen Kanal mit sehr dicker Wand; rechts und links lagerten, ziemlich unregelmäßig angeordnet, große, ovale Krystallzellen, die distal allmählich kleiner wurden und in einiger Entfernung von der Blattspitze aufhörten. Ihre Form war ungleich. An der Basis des Blattes fanden sich Krystallzellen vereinzelt auch in der Mitte zwischen den beiden Seitenreihen, aber ebenfalls ganz unregelmäßig. wie auf der Abbildung zu sehen.

Bei dem zweitältesten Blatt war der Endfaden kürzer, aber dicker und hohl und schien seine Wand nur aus Ectoderm zu bestehen. Hier war der Stiel noch dick und wenig gegen das Blatt abgesetzt und die Krystallzellen reichten nur wenig über die Mitte des Blattes hinauf, während bei dem dritten Blatt überhaupt erst zwei Krystallzellen, beide auf der gleichen Seite, vorhanden waren. Die künftige Form des Blattes ist hier noch kaum zu erkennen, nur der Endfaden als kurze, dicke Spitze abgesetzt. Bei dem vierten und fünften Blatt fehlten Krystallzellen gänzlich. Bei oberflächlicher Einstellung des Tubus sah man, daß die ganze Oberfläche des ersten und zweiten Blattes mit dunklen Punkten, jedenfalls Nesselkapseln, bestreut war; ein eigentliches Nesselband schien dagegen zu fehlen. Allerdings blieb die Untersuchung unvollständig, weil ich dieses einzige Exemplar nicht zerstören wollte und die Form sowohl der Larve, wie des Nesselknopfes die Untersuchung sehr erschwerte. Hoffentlich gelingt es bald, mehr Material zu erhalten und dann die Bedeutung und Stellung dieser Larve aufzuklären.

Literaturverzeichnis.

Hauptwerke.

Bigelow H. B., The Siphonophorae. Reports on the Scientific Results of the Expedition to the Eastern Tropical Pacific 1904—1905. XIII. Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., vol. 38, N 2, 1911.

Chun C., Die Kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. I. Stephanophyes und dic Familie des Stephanophyiden. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. Frankfurt a. M., Bd. 16, 3. Heft, Frankfurt 1891.

— Die Kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. II. Die Monophyiden nebst Bemerkungen über Monophyiden des Pacifischen Ozeans. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. Frankfurt a. M., Bd. 18, 1892.

— Die Siphonophoren der Plankton-Expedition. Ergebn. der Plankton-Exped., Bd. 2. K. b. Kiel und Leipzig 1897.

Haeckel E., Report on the Siphonophorae, in: Rep. Scientif. Res. Voy. Challenger Zool. Vol. 28, 1888.

Moser F., Die Siphonophoren der Deutschen Südpolar-Expedition. Erscheinen unbestimmt verschoben.

Steuer A., Planktonkunde. Leipzig und Berlin 1910.

Neuere Erscheinungen.

Bigelow H. B., Medusae and Siphonophorae collected by the U. S. Ficheries Steamer »Albatross« in the Northwestern Pacific 1906. Washington 1913.

Chun C., Über den Wechsel der Glocken bei Siphonophoren. Ber. Mathem. Phys. Kl. Kgl. Sächs. Ges. Wissensch. Leipzig. Bd. 65, Jänner 1913.

Lochmann L., Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Zeitschr. wiss. Zoologie, Bd. CVIII, Heft 2, 1914.

Moser F., Die Hauptglocken, Spezialschwimmglocken und Geschlechtsglocken der Siphonophoren, ihre Entwicklung und Bedeutung. Verh. Deutsch. Zoolog. Ges. auf der 22. Jahresvers. Halle 1912.

— Über eine festsitzende Ctenophore und eine rückgebildete Siphonophore. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin, Jahrgang 1912, Nr. 10, 1912.

— Die geographische Verbreitung und das Entwicklungszentrum der Röhrenquallen. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin, Jahrgang 1915, Nr. 6, 1915.

— Neue Beobachtungen über Siphonophoren. Sitzungsber. Kgl. Preuss. Akad. d. Wissensch., Physik.-mathem. Klasse, 29. Juli 1915.

Siphonophoren des Mittelmeeres.

Bedot M., Sur la faune des Siphonophores du Golfe de Naples. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 3, 1882.

— Sur l'Agalma Clausi n. sp. Recueil zool. Suisse, Bd. 5,1888.

Busch W., Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbelloser Seetiere. Berlin 1851.

Delle Chiaje S., Descrizioni et Notomia degli Animali Invertebrati della Sicilia Citeriore, osservati vivi negli anni 1820—1830. Tomo IV, Atlas VI, VII. Napoli 1841.

Carus J. V., Prodromus Faunae Mediterraneae etc. Stuttgart. Bd. I, 1885.

Claus C., Über *Physophora hydrostatica* nebst Bemerkungen über andere Siphonophoren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. X, 1860.

— Neue Beobachtungen über die Struktur und Entwicklung der Siphonophoren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XII, 1863.

— Die Gattung *Monophyes* und ihr Abkömmling *Diplophysa*. Schriften zool. Inh. Bd. 1, 1874.

— Über *Halistemma tergestinum* nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 1, 1878.

— *Agalmopsis utricularia*, eine neue Siphonophore des Mittelmeeres. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 2, 1879.

Cori und Steuer, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900. Zool. Anz., Jahrg. XXIV, 1901.

Costa O. G., Fauna del regno di Napoli ossia enumerazioni di tutti gli animali che abitano le diverse regioni di questo regno e le acque che le bagno. Medusari. Napoli 1836.

Costa A., Annuario del Museo Zoologico delle R. Università di Napoli. Tomo I, Anno 1826.

Forbes E., Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea. Rep. Brit. Assoc. Adv. of Science. 13. Meeting 1843. London 1844.

Delle Chiaje S., Memoria sulla Storia e Notomia degli Animali senza vertebre del Regno di Napoli. Vol. 3. Napoli 1828.

— Descrizione et Notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Vol. 3 und Atlas. Neapel 1842.

Gegenbaur C., Beiträge zur näheren Kenntnis der Schwimmpolypen. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 5, Leipzig 1854.

— Über *Diphyes turgida* nebst Bemerkungen über Schwimmpolypen. Ibid. Bd. 5, 1854.

— Neue Beiträge zur näheren Kenntnis der Siphonophoren. Nov. Act. Acad. Caes. Leopoldinae Carol. Jena. Bd. 27, 1860.

Graeffe E., Beobachtungen über Radiaten und Würmer in Nizza. Zürich 1860.

Graeffe Ed., Übersicht über die Seetierfauna des Golfes von Triest. III. Coelenterata. Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 5, 1884.

Keferstein und Ehlers. Zoologische Beiträge, gesammelt im Winter 1859 —1860 in Neapel und Messina. I. Beobachtungen über die Siphonophoren von Neapel und Mesina. Leipzig 1861.

Kölliker A., Die Schwimmpolypen oder Siphonophoren von Messina. Leipzig 1853.

Korotneff A., Zur Histologie der Siphonophoren. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 5, 1884.

Leuckart R., Zoologische Untersuchungen. I. Die Siphonophoren. Gießen 1853.

— Zur näheren Kenntnis der Siphonophoren von Nizza. Arch. f. Naturgesch., 20. Jahrgang, I, 1854.

Lo Bianco S., Notizi biologiche reguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. 13, 1899.

Sars M., Bidrag til Kundskaben om Middelhavets Littoral-Fauna. Reisebemaerkungen fra Italien. II. Hydromedusae. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. 10, 1. Heft, Christiania 1859.

Spagnolini A., Catalogo degli Acalefi del Golfo di Napoli. P. I, Sifonofori. Milano 1870.

Steuer A., Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1901. Zool. Anz. Bd. XXV, 1902.

— Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung. Gesellsch. Deutscher Naturf. und Ärzte. Verhandl. 1913. Leipzig 1913.

Stiasny G., Beobachtungen über die marine Fauna des Golfes von Triest während des Jahres 1910. Zool. Anz., Bd. 37, 1910; dito Bd. 39, 1911.

Vogt C., Zoologische Briefe, 1. Bd., 1851 (p. 138, 139).

— Recherches sur quelques animaux inférieurs de la Méditerranée. I. Mém. Sur les Siphonophores de la Mer de Nice. Mém. Inst. Genevois. Bd. I, 1854.

Will F., Horae Tergestinae... der im Herbste bei Triest beobachteten Acalephen. Leipzig 1844.

Tabellen der Fundstellen mit den gefangenen Arten.

Abkürzungen:

D. = Deckstück,
Og. = Oberglocke,
E. = ganzes Exemplar,
St. = Stamm,
G. = Glocke,
T. = Taster,
Gg. = Geschlechtsglocke,
Ug. = Unterglocke,
K. = Kopf von *Hippopodius*,
v = viele.

1. Fahrten des

	Sphaer. Köllikeri Hxl.	*Mugg. Kochi* (Will)	*Mugg. spiralis* (Bglw.)	*G. quadrivalvis* Les.	*G. australis* Les.
I. Nordöstliches Küstengebiet					
vor Barbariga, 28. Juli 1909, 30 *m*		7 E.			
Quarnero, Mitte des Südrandes, 28. Juli 1909, zirka 35 *m*		3 E.			
vor Cigale auf Lussin, 28. Juli 1909, 50 *m*		1 E.			
Kanal von Selve, 28. Juli 1909, 100 *m*	1 E.	1 E.			
» » » 31. » 1909, 110 *m*		15 E.			
Straße zwischen Skarda-Isto, 25. Juli 1911, 87 *m*					
südlich von Zara, 29. Juli 1909, 30 *m*		1 E.			
Lukš bei Sebenico (vor dem Prokljan See), 29. Juli 1909, 30 *m*		1 E.			
	1×	7×			
II. Rand des Pomobeckens					
bei Lucietta, 30. Juli 1909, 100 *m*		2 E.			
» » 30. » 1909, 220 *m*					
südlich Lucietta, 30. Juli 1909, 220 *m*	2 E.				
östlich » 30. » 1909, 200 *m*					
westlich » 26. » 1911, 180 *m*				{1 Og., 1 Ug.	
Mitte zwischen Festland und Insel Pomo, 27. Juli 1911, 144 *m*		1 E.			
III. Rand des südlichen Beckens					
vor Ragusa, 15. Juni 1907, zirka 1000 *m*		v. E.	1 Gg.		
» » 19. » 1907, » 1000 *m*		1 E.	1 E.		
	1×	4×	2×	1×	

»R. Virchow«.

G. Chuni Lens und V. R.	*G. campanella* Moser	*G. truncata* (Sars)	*G. subtilis* (Chun)	*Diph. Sieboldi* Köll.	*Ap. pentagona* Q. et G.	*Bassia bassensis* Les.	*Hl. luteus* Q. et G.	*H. pentacanthus* (Köll.)	*Hal. rubrum* (Leuckart)	*Hal. pictum* Metschnik.	*Ph. hydrostatica* Forskål
			3 G., 3 Ug.	1 Og., 1 Ug., 1 E.							
			1×	1×							
										8 G.	
			5 G., 1 Ug.	1 Og.	1 Ug.					5 G.	
			1 G.								
			1 G., 4 Ug.	1 Ug.							1 T.
				1 G., 1 Ug.	1 E.						
				1 G., 1 Ug.							
					1 Og.	1 Gg.					
		1 Og., 1 Ug.	2 Og.							1 G.	
		1×	4×	4×	3×	1×				3×	1×

2. Fahrten der

	Sphaer. Kölliker Hxl.	*Mugg. Kochi* (Will)	*Mugg. spiralis* (Bglw.)	*G. quadrivalvis* Les.	*G. australis* Les.
I. Pomo-Becken					
(N. VI.)					
9. Juni 1912, Jungfischtrawl, zirka 90 *m* Ausstich			v. E.	4 Og., 11 Ug.	
(N. IX.)					
30. Mai 1913, » » 0 *m* »			v. E.		
30. » 1913, » » 90 *m* »		1 E.	v. E.		
30. » 1913, » » 160 *m* »			3 E.		
30. » 1913, » » 230 *m* »			v. E.		
		1×	5×	1×	
II. Südliches Becken (Tiefsee)					
(N. V.)					
1. März 1912, Jungfischtrawl, zirka 250 *m* Ausstich					
(N. VI.)					
31. Mai 1912, » » 300 *m* »					
(N. VII.)					
29. Aug. 1912, » » 0 *m* »			9 E.		
29. » 1912, » » 300 *m* »			5 E.		
29. » 1912, » » 600 *m* »		1 Eudox.			
29. » 1912, » » 900 *m* »			2 E.		
(N. IX.)					
22. Mai 1913, » » 600 *m* »					
23. » 1913, Hjortnetz, vertikal aus 850 *m*....					
24. » 1913, Jungfischtrawl, zirka 300 *m* Ausstich					
24. » 1913, » » 600 *m* »					1 Og., 1 Ug.
24. » 1913, » » 900 *m* »			2 G.		
		1×	4×		1×

»Najade«.

G. Chuni Lens und V. R.	*G. campanella* Moser	*G. truncata* (Sars)	*G. subtilis* (Chun)	*Diph. Sieboldi* Köll.	*Ap. pentagona* Q. et G.	*Bassia bassensis* Les.	*H. luteus* Q. et G.	*H. pentacanthus* (Köll.)	*Hal. rubrum* (Leuckart)	*Hal. pictum* Metschnik.	*Ph. hydrostatica* Forskål
1Og.	1Og.		3 Og.	v. G., Ug.	1 D.	1 Og.	1 G.		1 St., v. G.	v. G.	
	9Og.	1 Og.	18 Og.	4 E., 13 Og., 5 Ug.	2 Og., 1 Gg.	1 D., 1 Gg.	4 K., v. G.			11G.	
				1 E.			3 K., 12 G.				3 G.
		1 Og.		2 Og.			2 G.				
1×	2×	2×	2×	5×	2×	2×	4×		1×	2×	1×
		1 Og.		3 Og.							
				1 Og.							2 T., 1 G.
				v. Og., Ug.	1 Og.			1G.	v. G.	v. G.	
		v. Og.		v. Og.							
		10 Og.		10 Og., 1 Ug.			1 G.	5G.			
		3 Og.		v. Og.				5G.		3 G.	3 T., 1 G.
				2 Og., 2 Ug.			1 K., 3 G.				
				Og.			1 K., 1 G.				
				5 Og.	1 Ug.		1 K., v. G.				
		9 Og.		1 E., 9 G., 1 Ug.							
				21 Og., 5 Ug.			4 G.	46G.			
		5×		11×	2×		5×	4×	1×	2×	2×

Fundliste von Villefranche 1899 bis 1913.*

A. Siphonophoren.

		G. quadriv. Lesueur	*Pr. cymbif.* D. Chiaje	*Lil. diphyes* (Vogt)	*H. luteus* Q. et G.	*Ap. uvaria* Lesueur	*F. contorta* (Vogt)	*F. formosa* K. u. E.	*Hal. rubr.* (Leuck.)	*Hal. pictum* Metschn.	*Ag. Sarsi* Köll.	*Ag. Okeni* Eschsch.	*Phys. hydr.* Forsk.	*Velella*
Jänner	1899	2	1	13	18			12	13				15	
	1900	1	1	4	5		1	2	10		1		2	
	01	1	2	2	1		1	1	19				4	
	02		3	1	1		1	3	20				16	
	03	1	5	3	6			6	12	1			7	1
	04		1	2			1		8				1	
	05		1		1	4	5	4	11			5	1	
	06		5	4	94	3		15	136	1			23	
	07		5	1	2	3	1	6	37			2	24	
	08		1		31	2		9	8				11	
	09		3	1	62	1	2	1	20				1	
	10	1				1	1		6			2		2
	11		4		17	1		12	6				3	
	12	1	6										5	
	13			8					6				4	
Februar	1899	2	2	1	8		1	15	4				11	
	1900		1	13	2		2		11				3	
	01		4	11	2		2	1	24				14	
	02	1	5	1	2			4	15				16	
	03	1	14	1	7			18	15	1			11	1
	04		4		5			2	9				3	
	05	2		4		5	4	7	37		1	1	12	
	06		3	1	14	4	1	31	25				19	
	07	6	3	3	15	6		30	16	8		3	60	
	08		17		2	2	1	9	13	3			2	
	09	1			13			1	2				1	
	10		8	1	3			1	8	1		1	5	
	11		2		23								1	
	12		5		14			1	2	1			1	
	13	1	7		13			2	3				7	
März	1899		3	1	6		2	18	5				7	
	1900	10	1	3	6		3	8	13		1		6	
	01	6	1					5	3				9	
	02		4		3			10	15				11	2
	03		9	8	7			8	4	2			10	
	04		6					10	5				10	
	05	6	1		37	1		16	9	3		19	23	
	06	2	5		14	4	2	7	13	1			4	
	07		5		33	9		6	2				4	
	08		13		4	4		10	9	1			3	
	09		1		4	2		2	3					
	10	5	2		8	3		12	3				7	
	11		1			1	2	7	5				2	
	12	4			2	1	11	4						
	13		8					3	3				1	

* Die Namen sind von mir richtiggestellt.

		G. quadriv. Lesueur	*Pr. cymbif.* D. Chiaje	*Lil. diphyes* (Vogt)	*H. luteus Q.* et G.	*Ap. uvaria* Lesueur	*F. contorta* (Vogt)	*F. formosa* K. u. E.	*Hal. rubr.* (Leuck.)	*Hal. pictum* Metschn.	*Ag. Sarsi* Köll.	*Ag. Okeni* Eschsch.	*Phys. hydrost* Forsk.	*Velella*
April	1899		1	2	10		2	11	2				6	2
	1900		4	14	12		4	10	6		1		1	1
	01	5	5	4	3		2	4	10				13	2
	02	1		1	5			22	12				8	9
	03		6	2	7			2	1	1			3	
	04		2	2	10		4	11	12				5	
	05		5	6	10	3	1	17	1			46	7	13
	06		2	4	41	2		9	6	1				
	07	6	1	4	3	5		11	1	4				
	08		2		13	2		5	5				2	
	09		5					6		2				
	10					3		2	3				27	15
	11	2	5	2	3		8	5	3				6	
	12	1	15	2		2		6	2				1	
	13						13		2				1	
Mai	1899		1	2	8			10					1	2
	1900		4	7	13			1						5
	01		3	2	3			2						2
	02	2	3	1	3			8	8				1	9
	03		5	12	10		2	9						
	04		3	1	8		1	4	6				3	
	05		17	4	78		5	4	3					
	06	4	5	1	43	1	3	16						13
	07	1			15			3	1					41
	08			6	15			6	6					13
	09		2	2		1	2	4		7			2	2
	10	1	1	1			2	2		1			1	14
	11		3	1	16	3	5						5	1
	12		6	2	1			4	2			1		
	13		1		3		3							
Juni	1899													2
	1900													1
	01		1	4	3			2					1	1
	02			1				1						2
	03			1	3									
	04				2		1							1
	05			1				1						
	06	1	1		17	1	1	7					2	13
	07				9									
	08													13
	09				21			1		14			10	
	10												1	
	11				8			1						3
	12							1						
	13													

		G. quadriv. Lesueur	*Pr. cymbif.* D. Chiaje	*Lil. diphyes* (Vogt)	*H. luteus* Q. et G.	*Ap. uvaria* Lesueur	*F. contorta* (Vogt)	*F. formosa* K. u. E.	*Hal. rubr.* (Vogt)	*Hal. pictum* Metschn.	*Ag. Sarsi* Köll.	*Ag. Okeni* Eschsch.	*Phys. hydrost.* Forsk.	*Velella*
Juli	1899													4
	1900													
	01		1	4					1	1				
	02													
	03				2									
	04													
	05				1									
	06				4			4						
	07				9									6
	08				13									
	09	1			1	1						1	1	4
	10													
	11													
	12													
	13													
August	1899							1						2
	1900													
	01													
	02													
	03				3									
	04		1		1			2	2				1	
	05													1
	06							1						
	07													
	08													
	09													
	10				1									13
	11													1
	12				2			13				1	1	
	13													
September	1899							1						5
	1900													
	01													
	02	1			3			10	1					1
	03			1				1	1				1	
	04							1						
	05				2	1		8						
	06				1								1	
	07				26									
	08				1				1					
	09								1					16
	10													
	11							2						19
	12													
	13													

		G. quadriv. Lesueur	*Pr. cymbif.* D. Chiaje	*Lil. diphyes* (Vogt)	*H. luteus* Q. et G.	*Ap. uvaria* Lesueur	*F. contorta* (Vogt)	*F. formosa* K. u. E.	*Hal. rubr.* (Vogt)	*Hal. pictum* Metschn.	*Ag. Sarsi* Köll.	*Ag. Okeni* Eschsch.	*Phys. hydrost.* Forsk.	*Velella*
Oktober	1899							1					2	
	1900				1						1			
	01							1						
	02							3	3					
	03		1					1						
	04				3			9						
	05				7			3					2	
	06													
	07													
	08	2			1			10						
	09													13
	10													
	11				13			2						
	12				3								1	
	13													
November	1899				1			2	3				2	
	1900				2				1					
	01								2				4	
	02							2					1	
	03						1	1						
	04				2			2	2					
	05			2	1	2		2	2				10	
	06		4		1				1				4	
	07													
	08				1			3	4					
	09		2						1					
	10		9		26	1			1				18	
	11		1		3								3	
	12		2					1					3	
	13													
Dezember	1899	1		1	2				13				4	
	1900		1	5	8		1	1	13		1			
	01			1	6			11	10				13	
	02		1	2	6			3	3	1	1		3	2
	03		2		2			1	3				1	
	04	2			2		1	1	5				1	
	05			1	62	7	3	36	46				23	
	06				1	1	1		12	2			3	
	07			2	13			2	8				9	3
	08		1		93			8	9				1	
	09		3				1		7			2	13	
	10		1											
	11				3					1			5	
	12	1	4	1			5	1	4	3	1		34	
	13													

B. Ctenophoren.

		H. plumosa L. Ag.	*Lamp. pancerina* Eschsch.	*Cal. bialata* D. Ch.	*C. Veneris* Lesueur	*B. cucumis* Fabr.	*B. Forskali* M. Edw.	*Euch. multic.* Q. et G.	*Tiedem. neapol.*
Jänner	1899				7	19		12	
	1900				14	15		2	
	01				15	21			
	02				25	23			
	03	1			17	16	1	5	
	04				13	6		3	
	05				18	118	3	8	
	06		5	1	13	256	1	1	
	07		2	4	19			21	
	08	5	2		15	34	1	9	
	09				11	34		1	
	10				1	28		2	
	11				4	5			
	12				4			1	
	13				3	2	1		1
Februar	1899				11	16		10	
	1900				17	17		1	
	01				5	18			
	02				21	25			
	03				21	26		8	
	04				14	15		2	
	05				6	95	15		5
	06				25	151	4	5	
	07		4		25		1	35	2
	08		2		21	202		1	
	09				6	133		2	
	10				6	24		3	
	11				7	9			
	12				7	11		1	
	13				3	3	1		
März	1899				13	17	1	7	
	1900				11	16		10	
	01				11	25		6	
	02				19	25			
	03				25	24		7	
	04				19	13	2	1	
	05		19		1	63		5	14
	06				17	44		19	2
	07		19		24		3	23	
	08		16	1	18	249		19	1
	09		13		10	120	1	9	1
	10				8	84	2	11	
	11				3	24	1	2	
	12					63		2	
	13				9	9			

		H. plumosa L. Ag.	*Lamp. pancerina* Eschsch.	*Cal. bialata* D. Ch.	*C. Veneris* Lesueur	*B. cucumis* Fabr.	*B. Forskali* M. Edw.	*Euch. multic.* Q. et G.	*Tiedem. neapol.*
April	1899				9	12	1	5	
	1900				13	18		10	
	01				17	23		3	
	02				19	20			
	03				11	21		7	
	04				14	11		5	
	05		46		31	35	4		2
	06		2		15	97	1	5	
	07	54	59		16			9	1
	08	29	15		5	213			1
	09		26	1	16	55		2	
	10				3	10		1	
	11	13			14	44		7	
	12				7	45		1	
	13				1				
Mai	1899				10	11		5	
	1900				3	20		2	
	01				11	15			
	02				20	17			
	03				12	17		3	
	04				6	5			
	05				12	10	3	8	
	06				14	18	1	3	
	07	1			5			3	
	08		1		12	3		2	
	09		1		14	68		3	
	10				1	21		1	
	11	3	3		21	14		1	
	12				1	8			
	13				1	2			
Juni	1899							2	
	1900					5		2	
	01				8	17			
	02				8	6			
	03				2	4			
	04				2	1		4	
	05				2	2			
	06				20	19		2	
	07							1	
	08					2			
	09				1	58		1	
	10								
	11					3			
	12								
	13								

		H. plumosa L. Ag.	*Lamp. pancerina* Eschsch.	*Cal. bialata* D. Ch.	*C. Veneris* Lesueur	*B. cucumis* Fabr.	*B. Forskali* M. Edw.	*Euch. multic.* Q. et G.	*Tiedem. neapol.*
Juli	1899				2			4	
	1900								
	01				6	8			
	02				4				
	03								
	04							2	
	05				19			6	
	06				2				
	07				1			2	
	08								
	09				3	2			
	10				1				
	11				2	2		3	
	12								
	13								
August	1899							2	
	1900							2	
	01					2			
	02				3	1			
	03				1	1			
	04				1			2	
	05							3	
	06								
	07				2				
	08								
	09				1			1	
	10				1	1		1	
	11							1	
	12				2				
	13								
September	1899							5	
	1900								
	01							1	
	02				3			9	
	03				2			1	
	04				2	1			
	05				3			8	
	06				1				
	07								
	08				2			3	1
	09				3	1		1	
	10								
	11								
	12				7				
	13								

		H. plumosa L. Ag.	*Lamp. pancerina* Eschsch.	*Cal. bialata* D. Ch.	*C. Veneris* Lesueur	*B. cucumis* Fabr.	*B. Forskali* M. Edw.	*Euch. multic.* Q. et G.	*Tiedem. neapol.*
Oktober	1899				2				
	1900				1				
	01					1		3	
	02				1			1	
	03								
	04				13	2	4	9	
	05				2	2		1	
	06								
	07								
	08				3	1		1	
	09								
	10					2			
	11								
	12				4			1	
	13								
November	1899				4	2			
	1900				2				
	01				4	2			
	02				9	1			
	03								
	04				14	6	3	6	
	05				4			2	1
	06				1			1	
	07								
	08				2				
	09				1			1	
	10					8			
	11				4	3	6	5	
	12				19	5			
	13								
Dezember	1899				10	14			
	1900				8	2			
	01				13	6			
	02				2	3		2	
	03				3				
	04				20	12	2		
	05				35	115	3	7	
	06				5			1	
	07				4			10	
	08				10	4		6	1
	09				2			1	
	10								
	11					7	4	8	
	12				13	27		2	
	13								

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. *Muggiaea spiralis* (Bigelow): Eudoxie. 8 *mm* lang.
» 2. Desgl.: Deckstück von der Ventralseite. 4 *mm* lang.
» 3. Desgl.: Junges Cormidium am Anfang der Metamorphose; die Phyllocyste hat schon begonnen, sich auszuwachsen. 80fach vergr.
» 4. Desgl.: Älteres Cormidium. 80fach vergr.
» 5. *Galeolaria campanella* Moser: Oberglocke. 9 *mm* lang.
» 6. *Physophora*-Larve von Burckhardt von der Seite, zirka 2·5 *mm* lang.

Tafel II.

Fig. 1. *Galeolaria truncata* (Sars): Junge Eudoxie. 6 *mm* lang.
» 2. Desgl.: Reife Gonophore von der Seite. 5 *mm* lang.
» 3. *Galeolaria subtilis* (Chun): Junge Eudoxie. 2 *mm* lang.
» 4. Desgl.: Deckstück mit Saugmagen. 0·6 *mm* lang.
» 5. Desgl.: Reife Gonophore von der Seite. 2 *mm* lang.
» 6. *Physophora*-Larve von Burckhardt, zirka 2·5 *mm* lang.

Tafel III.

Diphyes Sieboldi Kölliker.

Fig. 1. Reife Eudoxie mit zwei Geschlechtsglocken, zirka 5 *mm* lang.
» 2. Junge, eben losgelöste Eudoxie. Die zweite Gonophore (G. 2) ist noch sehr klein und der Kanal, in welchem der Stamm lag (*x*), noch tief, d. h. unvollständig mit Gallerte ausgefüllt; zirka 2 *mm* lang.
» 3. Deckstück mit Saugmagen, zirka 1·5 *mm* lang.
» 4. Junges Cormidium. Die Metamorphose hat gerade durch Auswachsen der Phyllocyste begonnen; die Gonophore ist noch klein. 45fach vergr.
» 5 und 6. Zwei ältere Cormidien. 45fach vergr.

Tafel IV.

Fig. 1. *Galeolaria Chuni* Lens und V. R.: Oberglocke. 9 *mm* lang.

» 2. *Lilyopsis diphyes* (Vogt): Junges Cormidium mit Deckblatt und Spezialschwimmglocke, ziemlich von oben gesehen. P. = rote Pigmentflecken; zirka 2·5 *mm* lang.

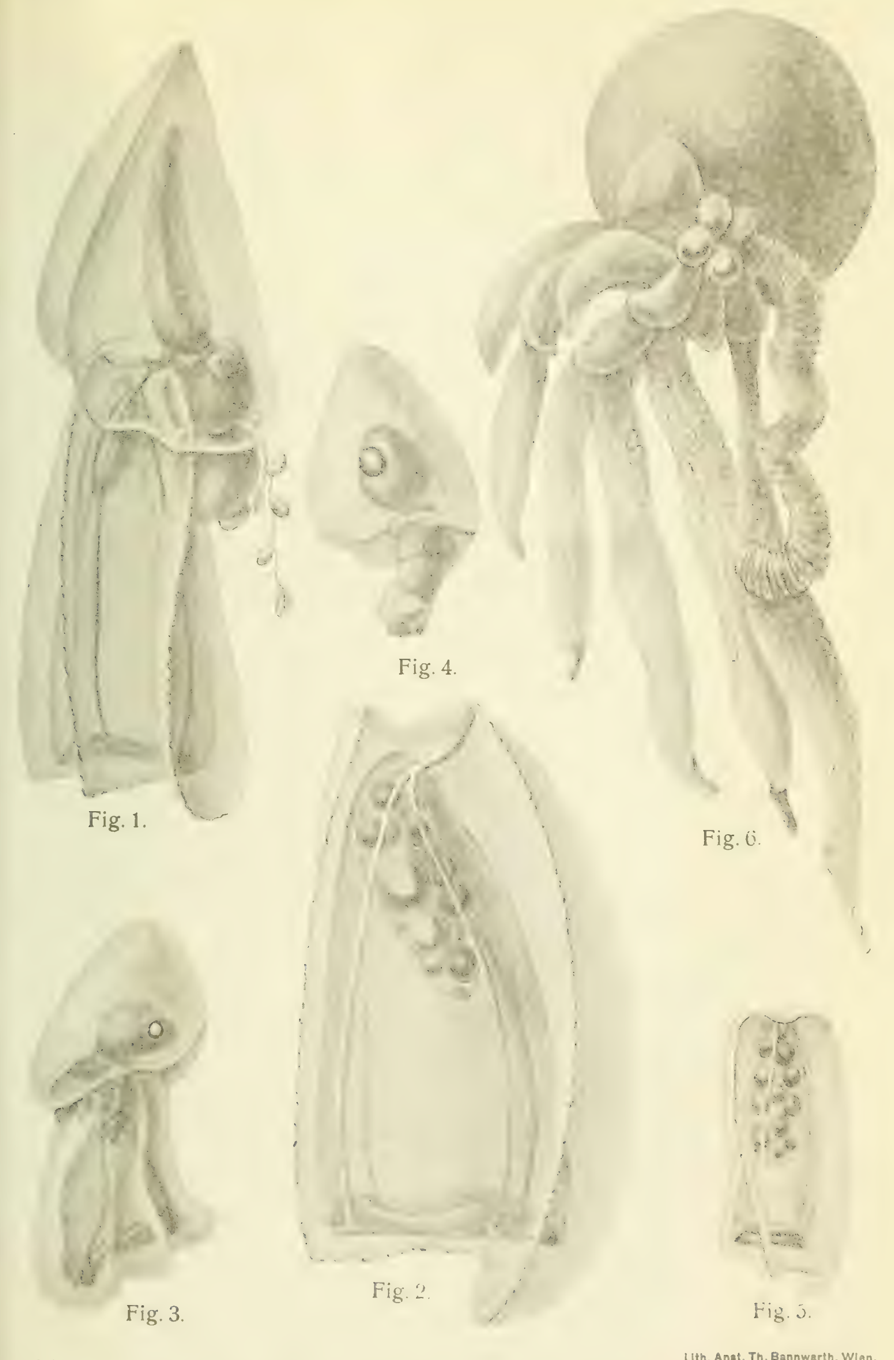
» 3. Desgl.: Spezialschwimmglocke, zirka 1 *mm* lang.

» 4. *Hippopodius pentacanthus* (Kölliker): Ausgewachsene Oberglocke (»Larvenglocke«) von der Ventralseite, mit dem dellenförmigen Hydroecium; 13 *mm* lang.

» 5. Desgl.: Junge Oberglocke, etwas schräg von der Seite, mit dem Primärcormidium (P. c.), dem noch spaltförmigen Eingang in das Hydroecium (H.), der Somatocyste (So.) und der durchschimmernden Subumbrella (Sb.). Über dem Primärcormidium ist die Anlage der ersten fünfkantigen Glocke, der Unterglocke, zu erkennen. 5 *mm* lang.

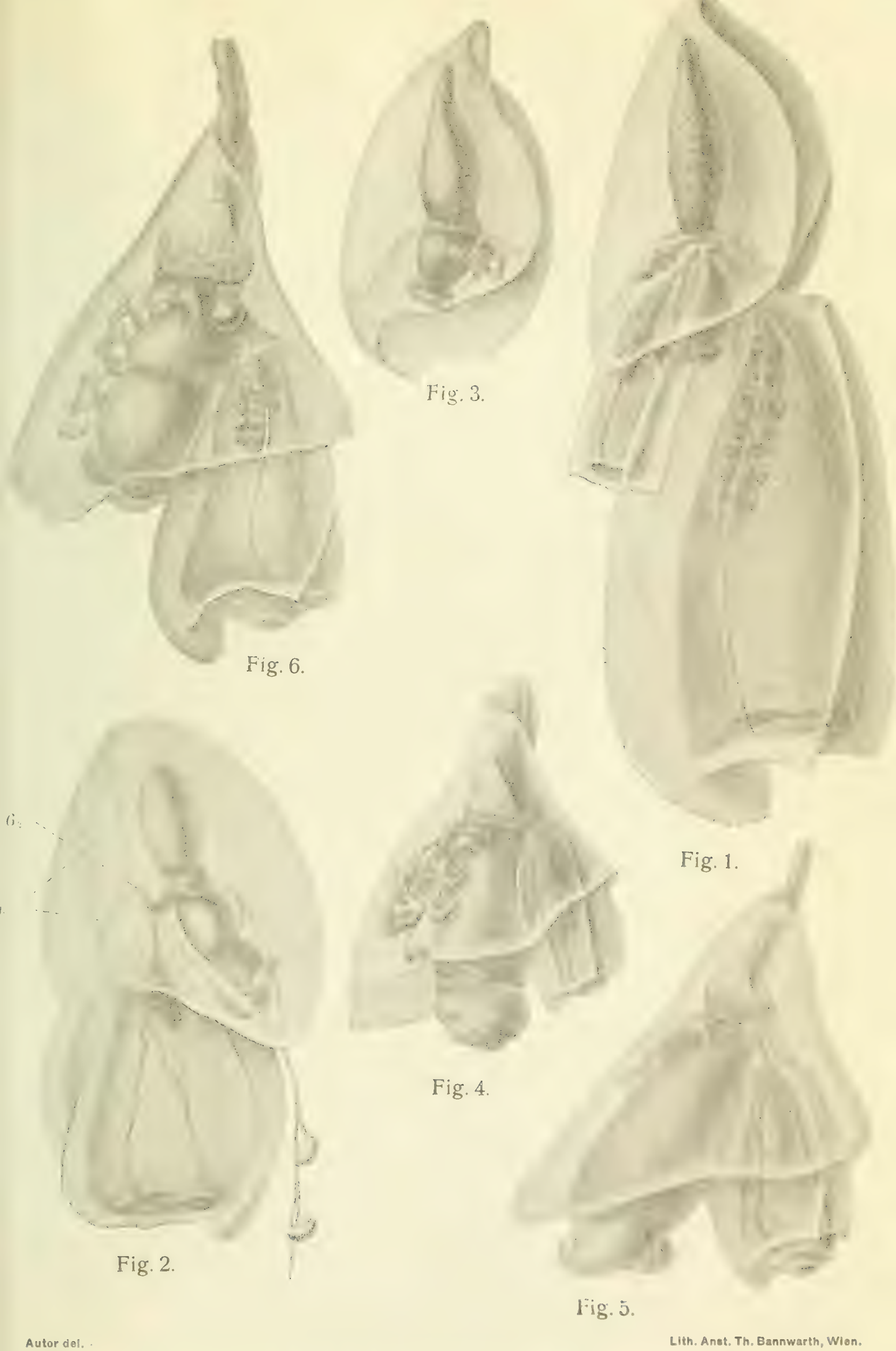

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Autor del.
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





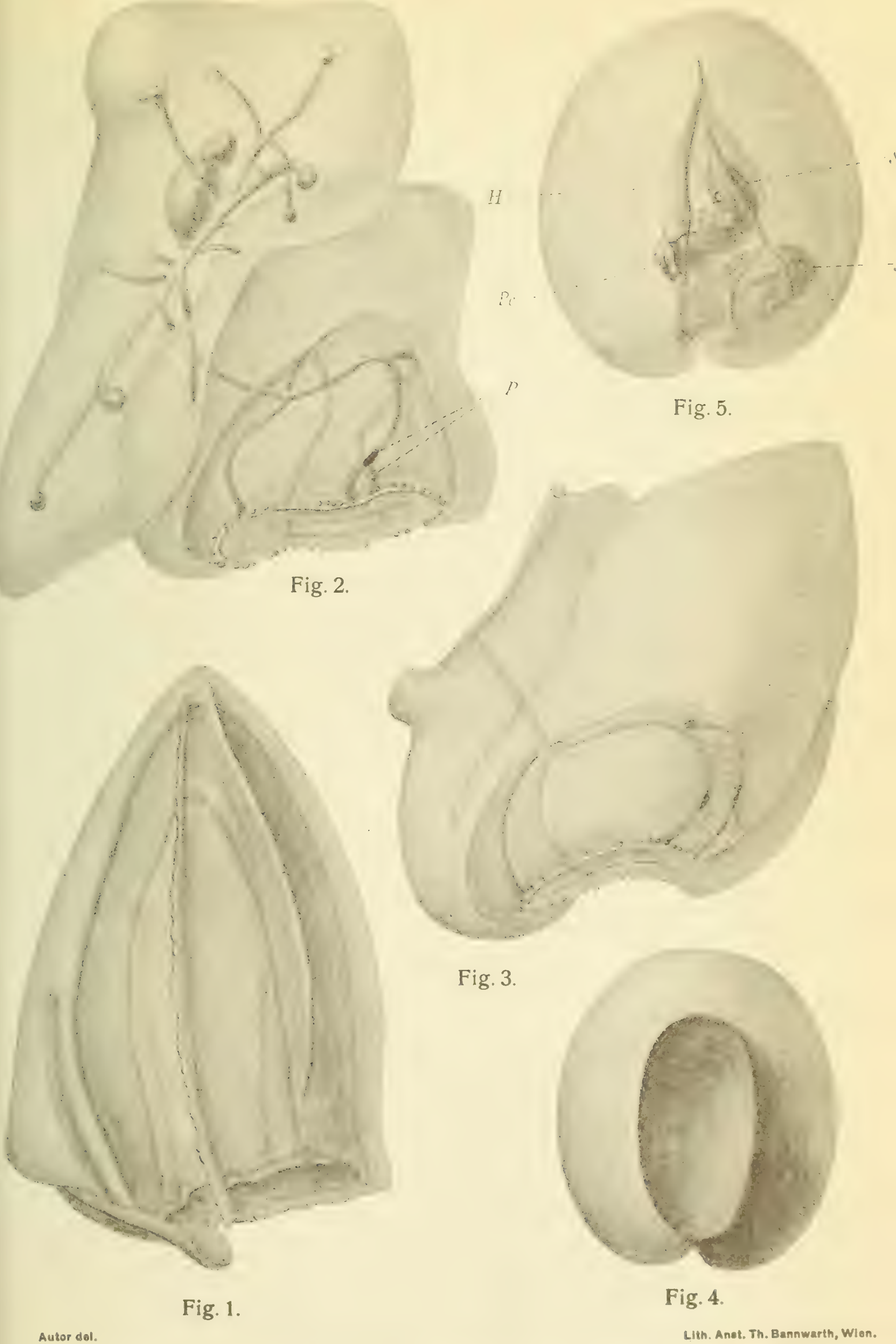
Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Moser,

28. VII.





Lith.Anst.Th.Bannwarth,Wien.



Lepidopteren aus Neumontenegro

(Ergebnisse der im Jahre 1916 im Auftrage und auf Kosten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien von Dr. Arnold Penther ausgeführten zoologischen Forschungsreise in Serbien und Neumontenegro)

Von

Prof. Hans Rebel

(Mit 5 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1917)

Über den äußeren Verlauf der im Jahre 1916 im Auftrage der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften von Dr. Arnold Penther ausgeführten zoologischen Forschungsreise nach Serbien und Neumontenegro hat bereits Dr. Penther selbst einen eingehenden Bericht erstattet.[1] Hier sollen vorerst nur jene Ort- und Zeitangaben kurze Erwähnung finden, welche mit der reichen, rund 500 Arten umfassenden Lepidopterenausbeute in unmittelbarem Zusammenhange stehen. Dem Reiseauftrag entsprechend wurde nämlich von Dr. Penther ein Hauptgewicht auf das Aufsammeln von Lepidopteren gelegt, so daß die Vertreter dieser Insektenordnung mit 497 Arten in mehr als 3000 Stücken einen der umfangreichsten und wertvollsten Teile der gesamten Reiseausbeute bilden.

Die lepidopterologischen Aufsammlungen Dr. Penther's begannen am 27. Mai in Südserbien in Ušče mit einigen Arten.

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Abt. I, 125. Bd., p. 579 bis 591.

Reichhaltiger und faunistisch recht bemerkenswert war die Ausbeute schon in Novipazar (544 *m*), der Hauptstadt des Sandschaks, in welcher der Aufenthalt vom 29. bis 31. Mai währte.

Aus dem südlich von Novipazar, bereits am Ibar gelegenen Ribarič (670 *m*) liegen nur wenige Angaben vor. Von dort aus wurde trotz sehr ungünstiger Witterung auch am 2. Juni das Čečevo brdo besucht.

Zahlreichere Arten wurden dagegen wieder in Rozaj (1003 *m*), einem bereits am Nordfuße des Zljebmassives im Ibartale gelegenen Orte, wo vom 6. bis 9. Juni, ferner am 6. und 26. Juli vorübergehender Aufenthalt war, gesammelt.

Am 10. Juni wurde das Standlager am Zljeb auf der Höhe des Sattels, den der Weg von Rožaj nach Peja erreicht, in 1700 *m* Seehöhe bezogen. Der Aufenthalt daselbst währte bis 31. Juli. Lichtfang wurde nur in dieser Höhe betrieben. Die Sammelexkursionen erstreckten sich aber häufig nach tiefer gelegenen Örtlichkeiten, so namentlich nach einem am Nordabhange des Massives in beiläufig 1400 *m* Seehöhe, also bereits innerhalb der Zone des Laubwaldes verlaufenden, schluchtartigen Tal mit reichlicherer Vegetation, wogegen das Lager inmitten des einförmigen, nur durch Wiesen unterbrochenen Fichtenwaldes gelegen war. Zweimal, am 19. und 24. Juli, wurde der südliche Gipfel des Zljeb (2183 *m*) besucht, dessen obere Baumgrenze eine schmale Krummholzregion bildet.

Wegen Unergiebigkeit der Örtlichkeit wurde am 1. August das Standlager vom Sattel des Zljeb an den Südfuß desselben in beiläufig 680 *m* Seehöhe verlegt, wo sehr erfolgreich bis 24. August auch mit Lichtfang gesammelt wurde. Diese Örtlichkeit des zweiten, also viel tiefer gelegenen Standlagers am Zljeb wurde von Dr. Penther nach einer in der Nähe gelegenen kleinen Siedlung als Novoselo bezeichnet, unter welchem Namen sie auch in der folgenden Sammelliste erscheint.

Nach Abbruch des Lagers in Novoselo wurde vom 24. August bis 2. September in Peja (türk. Ipek, 536 *m*) Aufenthalt genommen, welche Stadt schon am 2. August

vorübergehend besucht worden war. Auch von Peja liegen faunistisch sehr wertvolle Angaben vor.

Auf der von Peja über Kučiste ab rascher erfolgenden Heimreise wurde nur noch in Plav am 5. September, in Abata (740 *m*) am 10. September und in Škodra (Skutari), 13. bis 17. September, einzelne Arten gesammelt.

Da die Hauptmenge aller gesammelten Arten aus dem ehemaligen Sandschak Novipazar, beziehungsweise vom Zljeb und dessen weiterer Umgebung, also aus Neumontenegro herrührt, wogegen die aus Südserbien und Albanien stammenden Arten nur einen verschwindenden Bruchteil in der Ausbeute bilden, erscheint der gewählte Titel der vorliegenden Bearbeitung gerechtfertigt. Zur Vervollständigung der Artenliste wurden auch einige wenige, anderwärts herrührende Angaben, so für Priboj im Limgebiet, in Fußnoten aufgenommen.

Die wissenschaftliche Bedeutung der vorliegenden Lepidopterenausbeute, deren Verwertung durch genaue Zeit- und Höhenangaben wesentlich unterstützt wurde, liegt — abgesehen von einigen neu zu beschreiben gewesenen Formen, darunter einer interessanten neuen Tortricidenart[1] — in nachstehenden faunistischen Gesichtspunkten:

Erstens war über die Lepidopterenfauna des Sandschak Novipazar überhaupt noch keine einzige Angabe bekannt.

Zweitens wurde durch die Erforschung der Höhenzone des Zljeb die Kenntnis von der Verbreitung alpiner Lepidopterenarten auf den Gebirgen der westlichen Balkanländer beträchtlich erweitert und vervollständigt.

Drittens gestattet die Ausbeute, welche aus einem so nahen Grenzgebiet Nordalbaniens herrührt, auch eine bessere Beurteilung der Fauna der nordalbanischen Alpen selbst, von welchen bisher nur die Ausbeuten Dr. Penther's aus dem Jahre 1914[2] und Ignaz Dörfler's aus dem Jahre 1916[3]

[1] Vgl. Liste der neu beschriebenen Formen und Arten am Schlusse der Publikation.

[2] Rebel H., Lepidopteren aus dem nordalbanisch-montenegrinischen Grenzgebiete (diese Sitzungsberichte, 123. Bd., 1914, p. 1111 bis 1128.

[3] Rebel H., Neue Lepidopterenfunde in Nordalbanien, Mazedonien und Serbien. 21. und 22. Jahresber. des naturwiss. Orientvereins, 1917, p. 17—24.

bekannt wurden. Die Bedeutung der nordalbanischen Alpen in zoogeographischer Hinsicht ist aber bekanntlich eine sehr große, da sie für viele orientalische Arten eine Verbreitungsgrenze bilden.

Als wichtigstes Resultat in letzterer Hinsicht ergibt sich die Tatsache, daß die nordalbanischen Alpen in ihren Höhenzonen ebenfalls noch alpine Faunenelemente beherbergen und daß orientalische Arten daselbst keine eigenen Bergformen gebildet haben.

Es erscheint angezeigt, der Bedeutung der vorliegenden Ausbeute nach dem ersten der angegebenen Gesichtspunkte noch einen gesonderten Abschnitt zu widmen.

Über den Faunencharakter des Sandschak Novipazar, insonderheit des Zljebmassives.

Obschon eine einzige, wenn auch durch fast 4 Monate mit regem Sammeleifer durchgeführte Exkursion selbstredend keinen erschöpfenden Einblick in das Faunenbild gewähren kann, so läßt doch der nachgewiesene Bestand von rund 500 Arten die Möglichkeit einer allgemeinen Beurteilung der Fauna des besuchten Gebietes zu.

Eine auf der Zahl der sichergestellten Arten fußende Betrachtung könnte aber selbst bei den best bekannt gewordenen systematischen Gruppen doch nur ein unrichtiges Resultat ergeben, so daß hier nur einzelne Arten, als Belege bestimmter Faunenelemente, hervorgehoben werden sollen.

Wie überall in den westlichen Balkanländern, bilden auch hier die mitteleuropäischen (sibirischen) Arten einen sehr großen Bestandteil der Fauna. Ihre Anteilnahme am Faunenbestand dürfte sich auf beiläufig 45% der gesamten Artenzahl belaufen, ist aber in den einzelnen Familien gewiß ungleich. Derzeit beträgt diese Anteilnahme bei den Rhopoloceren sogar an 70%, wird sich aber in Zukunft durch Auffindung zahlreicher, nur talbewohnender Arten östlicher und südlicher Herkunft zweifellos sehr beträchtlich verringern.

Auffallend gering ist nach den bisherigen Sammelergebnissen die Anteilnahme östlicher (orientalischer) Faunenelemente, was sich durch die beträchtliche Seehöhe der als

Sammelplätze besuchten Lokalitäten erklärt, in welche nur mehr wenige dieser Faunenelemente vorzudringen vermögen. Als solche orientalische Arten seien erwähnt:

Papilio podalirius L. (1)[1]
Pieris ergane H. G. (8).
Limenitis camilla Schiff. (16)
Coenonympha arcania L. (43)
Zephyrus quercus L. (46)
Lycaena meleager Esp. (57)
Eublemma communimacula Hb. (108)
Ptychopoda camparia H. S. (127)
Ptychopoda obsoletaria Rbr. (129)
Ptychopoda filicata Hb. (130)
Acidalia imitaria Hb. (139)
Tephroclystia silenicolata Mab. (186).
Crambus confusellus Stgr. (254)
Pyrausta castalis Tr. (303)
Olethreutes stibiana Gn. (348).

Aus gleichem Grunde ist auch der bisher nachgewiesene Bestand südlicher (mediterraner) Arten sehr gering. Diese sind mit Ausnahme eines einzigen Fundortes in ihrem Vorkommen sämtlich auf das südlich gelegene Novoselo beschränkt. Als mediterrane Arten seien angeführt:

Pieris Manni Mayer (7)
Colias croceus Fourc. (14)
Gymnoscelis pumilata Hb. (195)
Lithosia caniola Hb. (229)
Diasemia ramburialis Dup. (285)

Um so bedeutsamer tritt dagegen der Anteil alpiner Elemente in der vorzugsweise erforschten Bergfauna des Gebietes hervor. Ohne auf die Unterscheidung von alpinen Arten in engerem Sinne und borealalpinen Arten vorderhand einzugehen, seien hier nachstehende Arten namhaft gemacht:

Argynnis pales Schiff. (23)
Erebia pronoë Esp. (33)
Hesperia caeca Frr. (71)
Agrotis speciosa Hb. (88).

[1] Die den Artnamen nachgesetzten eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf die fortlaufenden Nummern der Artenliste.

Hadena Maillardi H. G. (96).
Anaitis praeformata Hb. (156)
Larentia caesiata Lang (169)
» *flavicinctata* Hb. (170)
Larentia cyanata Hb. (171)
» *verberata* Sc. (172)
» *nebulata* Tr. (173).
» *incultaria* HS. (174)
» *scripturata* Hb. (175)
Larentia affinitata (Stph.) *turbaria* Stph. (178)
Larentia minorata Tr. (179)
Numeria capreolaria F. (201)
Gnophos sordarius (Thubg.) *mendicarius* HS. (210)
Gnophos myrtillatus Thubg. (211)
Psodos trepidarius Hb. (213)
Scoparia manifestella HS. (276)
Scoparia phaeoleuca Z. (277)
Titanio phrygialis Hb. (287)
Pionea lutealis Hb. (292)
» *nebulalis* Hb. (293)
» *decrepitalis* HS. (294)
Pyrausta uliginosalis Stph. (298)
Pyrausta alpinalis Schiff. (299)
Pyrausta rhododendronalis Dup. (300)
Pyrausta nigralis F. (308)
Pterophorus osteodactylus Z. (320)
Stenoptilia coprodactyla Z. (321)
Stenoptilia graphodactyla Tr. (322)
Olethreutes mygindana Schiff. (346)
Epinotia mercuriana Hb. (355)
Swammerdamia alpicella HS. (382)
Argyresthia glabratella Z. (389)
Argyresthia amiantella Z. (390)
Plutella senilella Zett. (392)
Aristotelia heliacella HS. (412)
Scythris fallacella Schläg. (427)
Scythris noricella Z. (430)
Elachista bifasciella Tr. (446)
» *subalbidella* Schläg. (449)
Scardia tessulatella Z. (477)
Incurvaria vetulella Zett. (488)
Incurvaria rupella Schiff. (489)

Von diesen Arten sind die nachfolgenden vier neu für die Gebirge der Balkanländer überhaupt:

Hesperia caeca Frr. (71)
Agrotis speciosa Hb. (88)
Aristotelia heliacella HS. (412)
Scythris noricella Z. (430)

Die beiden Arten:

Hadena Maillardi HG. (96)
Pyrausta uliginosalis Stph. (298)

waren bisher auf der Balkanhalbinsel nur vom Rilogebirge in Bulgarien bekannt gewesen, so daß durch ihr Auffinden am Zljeb eine sehr auffallend gewesene Lücke in ihrer Verbreitung beseitigt erscheint.

Es ergibt sich eben immer mehr die Tatsache, daß das ursprünglich nur als vereinzelte Ausnahme angesehene Vorkommen alpiner Arten auf den Gebirgen der Balkanländer eine Erscheinung von viel allgemeinerer Bedeutung ist. Zahlreiche alpine Arten hielten zur Eiszeit auch die Gebirge der Balkanländer besiedelt. Derzeit ist ihr Vorkommen daselbst aber ein beschränktes geworden und offenbar in stetigem Rückgang begriffen.

Die obige reiche Liste von 46 alpinen Arten würde fast 10% des im Zljebgebiet sichergestellten Faunenbestandes darstellen, was selbst für die montane Region des Gebietes hoch erscheinen würde, um so mehr als daselbst auch noch andere Arten nicht alpiner Herkunft als montane Formen auftreten.

Zu letzteren gehören vor allem auch die nachfolgenden auf die Balkanländer beschränkten oder wenigstens für dieselben charakteristischen Arten und Lokalformen:

Parnassius apollo (L.) *dardanus* Rbl. (2)
Erebia tyndarus (Esp.) *balcanica* Rbl. (37)
Coenonympha tiphon (Rott.) *occupata* Rbl. (45)
Anaitis simpliciata Tr. (158)
Larentia aqueata (Hb.) *hercegovinensis* Rbl. (163)
Tephroclystia fenestrata Mill. (189)
Zygaena exulans (Hoch) *Apfelbecki* Rbl. (232)
Crambus acutangulellus HS. (244)
» *lythargyrellus* (Hb.) *domaviellus* Rbl. (248)
» *languidellus* Z. (251)
» *pauperellus* Tr. (252)
Scoparia petrophila (Stndh.) *balcanica* Rbl. (278)
Tortrix steineriana (Hb.) *balcanica* Rbl. (329)

Bei einzelnen dieser Arten kann die Frage nach der ursprünglichen Heimat nur schwer beantwortet werden. So tritt *Erebia tyndarus* Esp. (vgl. Text) nur in der Gipfelregion des Zljeb in der alpinen Nominatform auf, in tieferen Lagen aber in der stark verschiedenen Form *balcanica* Rbl. Da die Art in ihrer Verbreitung bis Sibirien reicht, wäre sie eigentlich als sibirisches Faunenelement anzusprechen.

Tephroclystia fenestrata Mill. macht in ihrer bekannt gewordenen europäischen Verbreitung den Eindruck einer Balkanart, die westwärts bis in die Seealpen vorgedrungen ist. Nun wurde aus Nordamerika durch Packard eine *Eupithecia cretaceata* bekannt gemacht,[1] welche scheinbar derselben Art angehört. Eingehende Untersuchungen des Genitalapparates des Falters und der ersten Stände werden aber wahrscheinlich hier nur den Fall einer auffallenden Konvergenzerscheinung ergeben.

Die meisten der Balkanlokalformen hat das Zljebgebiet mit den bosnischen Hochgebirgen gemeinsam. *Parnassius apollo dardanus* Rbl. scheint auf die nordalbanischen Arten und deren Vorlagen beschränkt.

Als endemische Art ist derzeit noch *Lipoptycha pentheriana* Rbl. (374) anzusehen, welche aber voraussichtlich auch anderwärts in den Gebirgen der westlichen Balkanländer gefunden werden dürfte.

Eine Erscheinung muß hier noch Erwähnung finden, welche nur als Anzeichen ungünstiger Lebensbedingungen des Gebietes für zahlreiche Lepidopterenarten gedeutet werden kann. Es ist dies die auffallend geringe Durchschnittsgröße (Flügelspannweite) so zahlreicher Arten, welche sich nicht bloß bei vielen Rhopaloceren, sondern auch vielen Heteroceren, insbesondere bei den Geometriden und Pyraliden, sehr bemerkbar macht. Möglicherweise trugen auch die besonders ungünstigen Witterungsverhältnisse des Jahres 1916 (große Trockenheit bis Mitte Juli, dann anhaltender Regen und Kälteeinbruch) mit daran Schuld, so daß es sich um keine bloß lokale, sondern zum Teil auch temporäre Erscheinung handeln

---

[1] Vgl. Packard, Geom., p. 63, 562, pl. 8, fig. 15.

könnte. Weitere Beobachtungen werden auch darüber Aufschluß geben.

Jedenfalls erscheint mit dem nachgewiesenen Bestand von fast 500 Lepidopterenarten bereits eine sehr wertvolle, aussichtsreiche Basis für weitere faunistische Studien in Neumontenegro geschaffen.

Systematisches Verzeichnis der gesammelten Arten.

Papilionidae.

1. **Papilio podalirius** (L.) Zljeb, 7. Juli (♂, ♀), Novoselo. 8. August (♂). Die Stücke gehören der Sommerform **intermedia** Grund an.[1]
2. **Parnassius apollo** (L.) **dardanus**[2] n. subsp. (♂, ♀) — *P. apollo* Rebel, diese Sitzungsberichte, 123. Bd., p. 1114 (1914), (Vunșaj).

Vom Zljeb liegt eine zwischen 11. und 31. Juli in Höhen zwischen 1500 und 1750 *m* erbeutete Serie von 24 ♂ und 5 ♀ vor, welche mit den zahlreichen Stücken von Vunșaj vollkommen übereinstimmt.

Obwohl die Benennung von Lokalformen bei *P. apollo* nur einen geringen taxonomischen Wert hat, da einzelne Individuen ohne Fundortsnachweis nur in sehr seltenen Fällen ihre Zugehörigkeit zu einer der zahlreichen benannten Rassen einwandfrei erkennen lassen, geht es doch schon wegen der Gleichförmigkeit in der nomenklatorischen Behandlung nicht an, die Apolloform der nordalbanischen Alpen, von welcher die vorliegenden Stücke von Zljeb nicht zu trennen sind, unbenannt zu lassen.

Die wichtigsten Merkmale[3] der vorliegenden, im männlichen Geschlecht sehr konstanten Form sind:

---

[1] Von Skutari (Skodra) kam mir nachträglich ein Ende April 1914 von Dr. Penther auf seiner ersten Reise erbeutetes ♂ der Frühjahrsform zu.

[2] Nach dem illyrischen Volksstamm der Dardani benannt, deren Wohnplätze sich bis in die nordalbanischen Alpen erstreckten.

[3] Dieselben sind nach ihrem durchschnittlichen Verhalten bei 60 männlichen und 7 weiblichen *dardanus*-Exemplaren von Vunșaj und Zljeb angegeben.

Die Größe ist, namentlich beim ♂, eine geringe (Vorderflügellänge ♂ 40, ♀ 43, Exp. ♂ 66, ♀ 70 bis 75 *mm*). Die Flügelform ist kurz, nicht gestreckt. Die Grundfarbe der Flügel ist weiß, mit einem schwachen Stich ins Gelbliche, namentlich längs des Saumes der Hinterflügel. Eine schwarze Bestäubung der inneren Flügelfläche fehlt beim ♂ vollständig oder ist auf



Fig. 1 und 2. *Parnassius apollo* (L.) *dardanus* Rbl.
1 ♂ von Vunșaj. 2 ♀ von Zljeb.

ganz einzelne Schuppen auf den Adern beschränkt, beim ♀ ist sie in wechselnder Ausdehnung vorhanden, selten jedoch so stark, daß daran sogleich das weibliche Tier erkennbar wäre. Die schwarze Fleckenzeichnung der Vorderflügel ist gut ausgebildet, namentlich die beiden Flecken der Mittelzelle sind groß, davon der am Zellschluß gelegene lang und breit.

Die antemarginale graue Staubbinde der Vorderflügel ist gut entwickelt und reicht meist bis auf Ader Cu_2 herab, ebenso tief der mäßig breite glasige Saum, in welchen die weiße Grundfarbe auf den Adern beim ♂ zuweilen strahlenförmig hineinreicht. Die Augenflecke der Hinterflügel sind auffallend klein. Der Subkostale im Vergleich zum Medianen noch kleiner als bei anderen Apollorassen. Sie sind tiefrot, der Mediane stets weiß gekernt, meist auch der Subkostale, beide schmal schwarz geringt. Die Analflecke sind schmal, beim ♂ meist wenig auffallend. Von der antemarginalen Staubbinde der Hinterflügel sind höchstens schwache Spuren vorhanden. Die schwarze Innenrandsfärbung der Hinterflügel von normaler Breite.

Die nächststehende Form zu *dardanus* ist, in Übereinstimmung mit deren Verbreitung, *bosniensis* Stich.[1] Letztere Form ist jedoch beträchtlich größer und besitzt breitere Flügel, deren Grundfarbe noch etwas mehr gelblich erscheint. Die Zellflecke der Vorderflügel sind bei *bosniensis* verhältnismäßig kleiner, die Augenflecke der Hinterflügel dagegen beträchtlich größer, beide in der Größe voneinander viel weniger differierend als bei *dardanus*. Das ♀ von *bosniensis* besitzt eine viel deutlichere antemarginale Staubbinde der Hinterflügel als *dardanus*-♀.

Schon viel weiter steht *dardanus* von *liburnicus* Rbl. et Rghfr. aus dem Velebit ab. Letztere Rasse ist ebenfalls beträchtlich größer und besitzt viel gestrecktere Flügel mit stark rückgebildeter antemarginaler Staubbinde der Vorderflügel und viel kürzerem glasigen Saum derselben. Die Augenflecke der Hinterflügel sind bei *liburnicus* größer, die schwarze Bestäubung des Innenrandes der Hinterflügel schwächer. Das ♀ von *liburnicus* ist viel weniger grau bestäubt als bei *dardanus*.[2]

---

[1] Stichel, Insektenbörse, XVI (1899), p. 303; Verity, Rhop. Pal., p. 308, pl. 54, fig. 13, 14 (♂, ♀).

[2] Wenn Dr. Schawerda (Verh. zool. bot. Ges., 1912, p. (116) alle benannten Apollorassen von Velebit bis Griechenland einziehen und mit *liburnicus* vereinen will, so hat er insoferne Recht, als alle diese südöstlichen Rassen zum Formenkreis von *liburnicus* gehören, innerhalb desselben aber

Von alpinen Stücken der österreichischen Voralpen, *apollo geminus* Stich., denen *dardanus* in geringem Ausmaß nahe kommt, unterscheidet er sich sofort durch die viel geringere graue Bestäubung beider Geschlechter und die viel schwächere antemarginale Bindenzeichnung auf den Vorder- und Hinterflügeln.

Die Verbreitung von *P. apollo dardanus* dürfte sich auf die ganzen nordalbanischen Alpen und deren nördliche Vorlagen, wozu der Zljeb gehört, erstrecken. Ferner dürfte höchstwahrscheinlich auch dieselbe Apollorasse auf dem Komgebirge in Montenegro fliegen.

Dagegen liegen vom Durmitor aus Montenegro 2 ♂ und 4 ♀ (leg. Penther 1904) vor, welche von der Form *bosniensis* Stich. nicht zu trennen sind. Von Ljubeten (Schar Dagh) befinden sich 3 ♂ (leg. Apfelbeck 1906) im Hofmuseum, welche der Form *liburnicus* selbst außerordentlich nahe stehen. Von Orosi aus Nordalbanien stammende Stücke (1 ♂, 2 ♀ leg. Petrovic 1904, leider ohne Höhenangabe) könnten allenfalls auch zu *dardanus* zu ziehen sein. Doch ist das Material aus den letztgenannten Lokalitäten zu gering, um eine abschließende Äußerung über dessen Rassenzugehörigkeit machen zu können.

Jedenfalls erscheint *dardanus* nach den vorhandenen zahlreichen Belegstücken als eine gut gekannte Apollorasse der Balkanhalbinsel.

3. **Parnassius mnemosyne** L. Zljeb (1400 *m*), am 9. Juli nur ein frisches ♂.

---

doch wieder ein eigenes Lokalgepräge aufweisen. Es scheint, daß die Besiedelung der Balkanhalbinsel bis zum Velebit mit *Parnassius apollo* nicht mit dem Umwege über die Alpen, sondern unmittelbar aus östlicher Richtung, wahrscheinlich über Kleinasien und Griechenland, erfolgt ist, wofür die extreme Ausbildung des *Liburnicus*-Typus im Velebit, welcher den westlichsten Flügel seines Verbreitungsgebietes darstellt, sprechen könnte, wogegen andrerseits gerade dort die größte Annäherung an den alpinen Typus zu erwarten stünde.

Pieridae.

4. **Aporia crataegi** L. Dr. Penther berichtet,[1] daß auf seiner Eisenbahnfahrt durch das Tal der Golijska Morawa in Südserbien am 26. Mai die Zwetschkenbäume stellenweise so stark mit Baumweißlingen besetzt waren, daß man glauben hätte können, sie stünden erst in vollster Blüte. Ein frisches ♂ liegt auch von Zljeb aus 1400 *m* Seehöhe vom 4. Juli vor.

5. **Pieris brassicae** L. Zljeb, 1. Juli, ein großes ♀ als Beleg des Vorkommens.

6. **Pieris rapae** L. Zljeb, 11. und 14. Juli (♂, ♀), Novoselo 14. August (♀), Plav 5. September (♀).

7. **Pieris Manni** Mayer. gen. aest. **Rossi** Stef. Je ein ♂ von Zljeb (1400 *m*) am 11. Juli und von Novoselo 3. August.

8. **Pieris ergane** H. G. Novoselo, 17. August ein ♂ der Sommergeneration **Rostagni** Tur.

9. **Pieris napi** L. in den Sommerformen **napaeae** Esp. Zljeb, 25. Juni bis 29. Juli (♂, ♀) und **meridionalis** Stef. Novoselo, 3. bis 16. August (♂, ♀).

10. **Pieris daplidice** L. Novoselo, 3. bis 14. August (♂, ♀).

11. **Euchloë cardamines** L. Zljeb (zirka 1600 *m*), 20. und 25. Juni (♂, ♀ abgeflogen).

12. **Leptidia sinapis** L. gen. aest. **diniensis** B. Novoselo, 3. bis 20. August, in Anzahl (♂, ♀).

13. **Colias hyale** L. Novoselo, 7. August ein ♀ ab. **simplex** Neuburger.

14. **Colias croceus** Fourc. (edusa F.) Novoselo, 1. bis 21. August in kleinen Stücken, auch ein ♀ der ab. **helice** Hb.

15. **Gonepteryx rhamni** L. Zljeb, 2. bis 14. Juli (♂, ♀); Novoselo, 13. und 17. August je ein ♂.

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Abt. I, 125. Bd., p. 580.

Nymphalidae.

16. **Limenitis camilla** Schiff. Novoselo, 7. und 22. August (2 ♂, 1 ♀).
17. **Pyrameis atalanta** L. Zljeb, 9. Juli in zirka 1400 *m* Seehöhe (♀).
18. **Vanessa jo** L. Zljeb, 2. bis 30. Juli, zahlreich.
19. **Vanessa urticae** L. Zljeb, 10. bis 31. Juli, häufig. Die Stücke bilden Übergänge zur Form **turcica** Stgr.
20. **Polygonia c album** (L.) gen. aest. **hutchinsoni** Robs. Zljeb, 25. Juli; Novoselo, 13. August (je ein Stück).
21. **Melitaea athalia** Rott. Zljeb, 10. Juli (defektes ♀), 26. Juli (♀); Novoselo, 3. bis 20. August (♂, ♀). Die Stücke letzterer Lokalität dürften einer zweiten Generation angehören und sind zum Teil zwerghaft klein. Sie sind durch Übergänge mit fast normal aussehenden Stücken verbunden.
22. **Argynnis euphrosyne** L. Ribarič, 1. Juni (♀); Zljeb (zirka 1600 *m*), 25. Juni in Anzahl (♂, ♀), Novoselo, 10. August ein verflogenes ♂.
23. **Argynnis pales** (Schiff). **balcanica** Rbl. In der Gipfelregion des Zljeb am 3., 19. und 24. Juli einzeln erbeutet.
24. **Argynnis dia** L. Novoselo, 6. und 13. August (♂, ♀).
25. **Argynnis amathusia** Esp. Zljeb (1400 bis 1700 *m*), 4. bis 25. Juli, mehrfach (♂, ♀).
26. **Argynnis latonia** L. Zljeb, 10. Juli, ein frisches ♂.
27. **Argynnis aglaja** L. Zljeb, 4. bis 20. Juli, eine Anzahl ♂ und ♀.
28. **Argynnis niobe** (L.) **eris** Meig. Zljeb, 4. bis 20. Juli, einzeln (♂, ♀).
29. **Argynnis adippe** L. Zljeb, 4. bis 9. Juli, mehrere Stücke (♂, ♀), darunter auch 2 ♂ der ab. **cleodoxa** O.
30. **Argynnis paphia** L. Zljeb (1400 bis 1500 *m*), 4. bis 15. Juli, zahlreich (♂, ♀), auch Novoselo anfangs August.

Satyridae.

31. **Melanargia galatea** (L.) **procida** Herbst. Zljeb (zirka 1400 *m*), 11. und 31. Juli (♂, ♀). Die Stücke sind klein. Das ♀ zeigt auffallenderweise auch oberseits in dem verlängerten weißen Längsfleck der Zelle 5 der Vorderflügel ein schwarzes Apikalauge. ab. **epanops** (n. ab.)



Fig. 3. *Melanargia galatea* (L.) *procida* Herbst ab. *epanops* Rbl.

32. **Erebia medusa** F. Zljeb (1400 bis 1700 *m*), 20. Juni bis 4. Juli, eine kleine Serie von recht ungleich aussehenden Stücken; einzelne ♂ bilden Übergänge zur Höhenform **hippomedusa** O., andere können zur Form **narona** Fruhst. gestellt werden. Ein typisches ♂ letzterer Form liegt vom Čečovo brdo vom 3. Juni vor.
33. **Erebia pronoë** Esp. Zljeb (1800 *m*), ein frisches ♂ am 14. Juli. Das Stück ist klein und dunkel. Wahrscheinlich bildet diese im Durmitorgebiet[1] so häufige Art auf den Hochgebirgen der westlichen Balkanländer eine eigene Lokalform, welche selbst aber eine große Variabilität aufweist. Während ihr Vorkommen in den Alpen in die subalpine Zone reicht, bleibt sie in den Balkanländern auf das Hochgebirge beschränkt.
34. **Erebia aethiops** Esp. Zljeb (zirka 1400 *m*), 4. und 20. Juli, je ein sehr kleines ♂.
35. **Erebia euryale** Esp. Zljeb (1400 bis 1700 *m*), 1. bis 20. Juli, eine Serie von Stücken beider Geschlechter. Die Stücke sind klein mit durchschnittlich breiten, rostroten Binden.

---

[1] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofmus., 27. Bd., p. 296, Nr. 50.

36. **Erebia ligea** L. Aus der Umgebung Rožajs (1000 *m*) am 26. und 27. Juli mehrere Pärchen.

37. **Erebia tyndarus** Esp. et **tyndarus** (Esp.) **balcanica** Rbl. Zljeb 12., 14. und 31. Juli aus zirka 1800 *m* Seehöhe eine große Zahl ♂ und 3 weibliche Stücke, welche mit der Form *balcanica* aus den bosnischen Hochgebirgen übereinstimmen.

Vom Gipfel des Zljeb (2100 *m*), 24. Juli, liegt ein kleines ♀ der Nominatform mit weißgrauer, sehr schwach gezeichneter Hinterflügelunterseite vor. Gleiches wurde bereits vom Kamm des Maglić (2387 *m*) an der bosnisch-montenegrinischen Grenze bekannt.[1]

38. **Satyrus dryas** Sc. Novoselo, 22. August ein defektes ♀.

39. **Pararge aegeria** (L.) **egerides** Stgr. Novoselo, 3. bis 21. August, einzeln, in sehr kleinen Stücken.

40. **Pararge maera** L. Zljeb, 9. und 15. Juli. Zwei kleine Pärchen, von welchen ein ♀ oberseits der Form **orientalis** Stgr. entspricht. Die Unterseite der Hinterflügel aller Stücke ist wie bei der Stammform bräunlich. Von Novoselo, 3., 13. und 20. August, liegen 1 kleines ♂ und 2 ♀ vor, welche Übergänge zur Form *orientalis* bilden.

41. **Epinephele jurtina** L. Zljeb und Novoselo, 7. Juli bis 17. August, zahlreich (♂, ♀). Die Stücke gehören der Nominatform an.

42. **Epinephele lycaon** Rott.. Zljeb (1400 *m*), 11. und 20. Juli (♂, ♀).

43. **Coenonympha arcania** L. Zljeb, 12. Juli, ein stark geflogenes ♂ der Stammform, wahrscheinlich aus geringerer Höhe stammend.

44. **Coenonympha pamphilus** L. Zljeb und Novoselo, 7. Juli bis 20. August, sehr zahlreich in beiden Geschlechtern. Die Stücke bilden Übergänge zur ab. **marginata** Rühl. Ein ♀ gehört bereits zu **lyllus** Esp.

---

[1] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofmus., XIX. Bd., p. 268.

45. **Coenonympha tiphon** (Rott.) **occupata** Rbl. Zljeb, 14. Juni bis 31. Juli, zahlreich ♂, ♀. Auch hier bleiben die Stücke klein.

Lycaenidae.

46. **Zephyrus quercus** L. Novoselo, 3. August, ein beschädigtes ♂.
47. **Chrysophanus virgaureae** L. Zljeb, 20. Juli, in zirka 1400 *m* Seehöhe, ein frisches ♂.
48. **Chrysophanus dispar** (Hw.) **rutilus** Wernb. Novoselo, 21. August (1 ♂, 2 ♀). Die Stücke sind sehr klein (Vorderflügellänge 18 *mm*) und bereits stark geflogen.
49. **Chrysophanus hippothoë** L. Zljeb (1700 *m*), 28. Juli, ein frisches ♀.
50. **Chrysophanus phlaeas** (L.) **eleus** F. Novoselo, 7. bis 11. August, mehrfach.
51. **Chrysophanus dorilis** Hufn. Novoselo, 7. August, ein ganz abgeflogenes ♂.
52. **Lycaena argus** L. (**aegon** Schiff.) Novoselo, 7. bis 9. August, mehrere sehr kleine weibliche Stücke.
53. **Lycaena argyrognomon** Brgstr. Zljeb (1400 *m*), 28. Juni, zwei frische ♀; Novoselo, 7. August, ein dunkles ♂ mit normaler Breite des schwarzen Saumes.
54. **Lycaena orion** Poll. Novoselo, 19. August (♀).
55. **Lycaena astrarche** Brgstr. Zljeb, 4. und 28. Juli (♀, ♂), Novoselo, 2. bis 14. August (♂, ♀). Die Unterseite aller mitgebrachten ist braun (**calida** Stgr.), das ♂ vom 28. Juli aber oberseits nur auf den Hinterflügeln mit schwachen roten Saumpunkten.
56. **Lycaena icarus** Rott. Novoselo, 3. bis 21. August, mehrfach (♂, ♀).
57. **Lycaena meleager** Esp. Novoselo, 3. August (3 ♂).
58. **Lycaena bellargus** Rott. Novoselo, 16. August (♂).
59. **Lycaena coridon** Poda. Novoselo, 3. und 9. August (2 Paare).

60. **Lycaena minima** Fueßl. Zljeb (zirka 1600 *m*), 26. Juni (♂).
61. **Lycaena semiargus** (Rott.) Zljeb, 8. und 14. Juli (♂, ♀).
62. **Lycaena alcon** F. Zljeb, 28. Juli (2 ♂).
63. **Lycaena arion** L. (Zljeb, 4. Juli (1 ♀).
64. **Cyaniris argiolus** L. Novoselo, 3. und 10. August (♂, ♀).

Hesperiidae.

65. **Adopaea lineola** O. Zljeb (1400 *m*), 28. Juni bis 9. Juli, einige kleine männliche Stücke.
66. **Adopaea thaumas** Hufn. Zljeb (1400 *m*), 4. Juli (2 ♂), 20. Juli (1 ♀).
67. **Augiades comma** L. Zljeb, 11. Juli (1400 *m*, Südseite), ein frisches, großes ♂ von sehr lebhaft rotgelber Färbung.
68. **Carcharodus alceae** Esp. Novoselo, 7. und 20. August je ein ♂ der kleinen Sommergeneration **australis** Z.
69. **Hesperia orbifer** Hb. Zljeb, 28. Juni in 1400 *m* Seehöhe, ein stark geflogenes ♂; Novoselo, 10. bis 20. August, mehrfach, zum Teil in sehr kleinen Stücken der v. **minor** Rbl.
70. **Hesperia serratulae** Rbr. Zljeb (1400 bis 1750 *m*), 25. Juni bis 4. Juli, mehrfach (♂, ♀) in typischen Stücken.
71. **Hesperia caeca** Frr. Zljeb, ein einzelnes, ganz frisches ♂ in 1850 *m* Seehöhe am 21. Juni erbeutet. Das Stück stimmt vollständig mit solchen aus den österreichischen Hochalpen. Es kann kaum ein Zweifel bestehen, daß es sich bei *caeca* um eine eigene Art und nicht bloß um eine Höhenform von serratulae handelt. Die Spitze der Fühlerkolbe ist hell rostgelb.
72. **Hesperia armoricanus** Obthr. Novoselo, 8. bis 21. August, eine größere Serie männlicher Stücke, aber nur 2 ♀. Die Stücke sind durchschnittlich sehr klein (12 *mm* Vorderflügellänge). Der weiße Intradiskordalstrich der Vorderflügel ist häufig gerade. Die Grundfarbe der Hinterflügelunterseite wechselt von Olivgrün bis Olivbraun.

Das Vorkommen in zirka 600 *m* Seehöhe widerspricht nicht der Voraussetzung einer zweiten Generation, welche — der südlichen Lage entsprechend — bei vielen in Novoselo gesammelten Arten nachgewiesen erscheint.

73. **Thanaos tages** L. Novoselo, 6. und 10. August (♂).

Sphingidae.[1]

74. **Herse convolvuli** L. Novoselo, 6. August, ein frisches ♀.
75. **Celerio euphorbiae** L. Novoselo, 23. August, ein frisches ♂ am Licht.
76. **Macroglossum stellatarum** L. Zljeb (1400 bis 1800 *m*), 9. und 31. Juli, mehrfach.

Lymantriidae.

77. **Lymantria dispar** L. Novoselo, 4. August, zwei kleine ♂, welche zur ab. **disparina** Müll. neigen.

Lasiocampidae.

78. **Malacosoma castrensis** L. Novoselo, 4. August, ein frisches ♂.
79. **Lasiocampa quercus** L. Zljeb (1800 *m*), 21. Juni, ein ♂ von normaler Färbung, frisch entwickelt neben dem Kokon gefunden.
80. **Lasiocampa trifolii** (Esp.) **medicaginis** Bkh., Zljebgebiet, ein gezogenes ♂.
81. **Selenophera lunigera** Esp. Zljeb (1700 *m*), 29. Juni, zwei ♂ am Licht. Die Stücke gehören der Form **intermedia** Rbl. an. Auch aus Bosnien (Sarajevo, Wettl.) bekannt geworden.
82. **Odonestis pruni** L. Novoselo, anfangs August, eine mit Ichneumonidenkokons dicht besetzte Raupe gefunden, welche einging und getrocknet vorlag.

---

[1] *Acherontia atropos* L. wurde nach freundlicher Mitteilung des Herrn Majors Siegmund Hein von ihm in Priboj (Limgebiet) im Jahre 1889 erbeutet.

Lemoniidae.

83. **Lemonia taraxaci** Esp. Peja—Kučiste, 3. September, ein frisches ♂ am Licht.[1]

Drepanidae.

84. **Drepana cultraria** F. Abata, 11. September, 1 ♂.
85. **Cilix glaucata** Sc. Novoselo, 17. und 29. August, einzeln am Licht.

Noctuidae.

86. **Demas coryli** L. Novoselo, 6. August (♂).
87. **Acronycta euphorbiae** F. Novoselo, 6. August (♂).
88. **Agrotis speciosa** Hb. Zljeb (1700 *m*), am 10. Juli ein gut erhaltenes ♀ am Licht erbeutet. Neu für das gesamte Gebiet der Balkanländer, aber aus Siebenbürgen bereits bekannt.
89. **Agrotis C nigrum** L. Peja, 3. September. Zwei kleine weibliche Stücke.
90. **Agrotis plecta** L. Novoselo, 3. August, ein ♀ am Licht.
91. **Agrotis putris** L. Novoselo, 21. August, ein ♀ am Licht.
92. **Agrotis cinerea** Hb. Zljeb (1700 *m*), 4. und 8. Juli (♂, ♀) am Licht; bereits am 14. Juni ein ♀ der zeichnungslosen, sehr dunklen ab. **obscura** Tutt.
93. **Agrotis exclamationis** L. Novoselo, 12. bis 21. August, im weiblichen Geschlecht häufig am Licht.
94. **Mamestra dentina** Esp. Zljeb, 22. und 23. Juni, ein kleines Pärchen am Licht.
95. **Hadena adusta** Esp. Zljeb (1700 *m*), 21. Juni (♀) am Licht; ebenda, 24. Juni, ein sehr großes defektes Stück (♀).
96. **Hadena Maillardi** HG. Zljeb (1700 *m*), 26. Juni, ein gut erhaltenes ♀.

---

[1] Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Majors Siegmund Hein wurde von ihm bei Priboj im Limgebiet im Jahre 1889 *Saturnia pavonia* L. erbeutet.

97. **Hadena monoglypha** Hufn. Zljeb, 17. und 21. Juni und 23. Juli, je ein Stück am Licht.

98. **Hadena lateritia** Hufn. Zljeb (1700 *m*), 27. Juli, ein ♀ am Licht.

99. **Hadena secalis** Bjerk. Peja, 25. August, ein ♀ am Licht.[1]

100. **Chloantha radiosa** Esp. Zljeb (1700 *m*), 26. Juni bis 10. Juli, mehrfach (♂, ♀).

101. **Brotolomia meticulosa** L. Novoselo, 6. August (♂).

102. **Grammesia trigrammica** Hufn. Zljeb, 18. Juni (♂),

103. **Caradrina ambigua** F. Novoselo, 9. August (♂).

104. **Amphipyra livida** F. Novoselo, 12. August, ein frisches ♂.

105. **Calocampa exoleta** L. Zljeb, 28. Juli, eine erwachsene Raupe gefunden, aus welcher sich im Frühjahr 1917 ein *Ophion* spec. entwickelte.

106. **Cucullia umbratica** L. Novoselo, 4. bis 21. August, mehrfach am Licht (♂, ♀).

107. **Acontia luctuosa** Exp. Novoselo, 3. bis 8. August, mehrfach.

108. **Eublemma communimacula** Hb. Peja, 30. August, ein ♂ am Licht.

109. **Eublemma parva** Hb. Novoselo, 18. August, ein ♂ am Licht.

110. **Prothymnia viridaria** Cl. Zljeb, 4. Juli, ein ♀ der Form **fusca** Tutt. (*modesta* Carad.); Novoselo, 10. August, ein verflogenes ♀.

111. **Emmelia trabealis** Sc. Novoselo, 2. bis 17. August, häufig auch am Licht.

112. **Habrostola tripartita** Hufn. Zljeb (1700 *m*), 29. Juni, ein ♂ am Licht.

113. **Plusia gamma** L. Novoselo, 6. August.

---

[1] Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Majors Siegmund Hein wurde von ihm in Priboj (Limgebiet) im Jahre 1889 *Brachionycha sphinx* Hufn. erbeutet.

114. **Euclidia glyphica** L. Rozaj, 6. Juni, ein großes ♀, Zljeb, 27. Juni (♂), 10. Juli (♀).
115. **Catocala electa** Bkh. Novoselo, 13. August, ein defektes Stück.
116. **Catocala elocata** Esp. Peja, 25. August, ein ♀ am Licht.
117. **Herminia derivalis** Hb. Novoselo, 4. August, ein defektes ♂ am Licht.
118. **Hypena proboscidalis** L. Novoselo, 6. August, ein geflogenes kleines ♀.
119. **Hypena palpalis** Hb. Novoselo, 13. August (2 ♂).
120. **Hypena rostralis** L. Novoselo, 13. August (♂),
121. **Rhynchodontodes (Hypena) antiqualis** Hb. Novoselo, 12. August (♀).

Sarrothripidae.

122. **Sarrothripus revayanus** Sc. Zljeb (1700 *m*). Von zwei am Licht erbeuteten ♂ gehört das eine der Form **undulanus** Hb. (3. Juli), das andere der Form **dilutanus** Hb. (21. Juni) an.

Geometridae.[1]

123. **Pseudoterpna pruinata** Hufn. Novoselo, 12. und 21. August (♀) am Licht.
124. **Euchloris smaragdaria** F. Novoselo, 18. August, ein kleines ♀ am Licht.
125. **Nemoria porrinata** Z. Novoselo, 4. bis 18. August, am Licht.
126. **Ptychopoda similata** Thubg. Zljeb, 4. bis 11. Juli; Novoselo, 14. bis 20. August.
127. **Ptychopoda camparia** HS. Novoselo, 27. August, ein Pärchen, von welchem das ♂ defekt war.

---

[1] Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Majors Siegmund Hein wurden von ihm in Priboj (Limgebiet) im Jahre 1889 *Operophthera brumata* L. und *Anisopteryx* (*Alsophila*) *aceraria* Schiff. erbeutet.

128. **Ptychopoda subsericeata** Hw. Novoselo, 4. August, ein ♂.

129. **Ptychopoda obsoletaria** Rbr. Novoselo, 6. August, ein geflogenes ♂ und ein defektes ♀.

130. **Ptychopoda filicata** Hb. Novoselo, 17. bis 28. August (♂).

131. **Ptychopoda interjectaria** B. Zljeb, nördliche Seite (zirka 1400 *m*), am 4. Juli, mehrere geflogene ♂.

132. **Ptychopoda rubraria** (Stgr.) **bilinearia** Fuchs. Novoselo, 8. und 27. August, je ein geflogenes ♀.

133. **Ptychopoda inornata** Hw. Novoselo, 9. August (♀).

134. **Acidalia rubiginata** Hufn. Novoselo, 4. bis 24. August, sehr häufig (♂, ♀).

135. **Acidalia marginepunctata** Goeze. Novoselo, 15. bis 21. August, einzeln.

136. **Acidalia incanata** L. Zljeb, 4. bis 11. Juli, Novoselo, 4. bis 28. August, häufig (♂, ♀); Abata, 10. September, ein kleineres ♂. Auch am Licht.

137. **Acidalia fumata** Stph. Zljeb (1400 *m*), 9. Juli (1 ♂).

138. **Acidalia immutata** L. Novoselo, 8. bis 21. August, sehr häufig (♂, ♀).

139. **Acidalia imitaria** Hb. Novoselo, 17. August (1 ♀); Škodra (Skutari), 15. September (1 ♀).

140. **Acidalia ornata** Sc. Novoselo, 12. bis 21. August, zahlreich (♂, ♀).

141. **Acidalia violata** (Thnbg.) **decorata** Bkh. Novoselo, 4. und 11. August zwei sehr kleine weibliche Stücke.

142. **Cosymbia albiocellaria** Hb. gen. **aest. therinata** Bastelb. Novoselo, 21. August (♂); Peja, 30. September, ein ♀ am Licht.

143. **Cosymbia porata** F. Novoselo, 6. bis 17. August, mehrfach (♂, ♀).

144. **Cosymbia quercimontaria** Bastelb. Novoselo, 6. bis 17. August, mehrfach in kleinen Stücken (♂, ♀).

145. **Cosymbia suppunctaria** Z. Novoselo, nur ein ♀ dieser seltenen Art am 20. August.

146. **Rhodostrophia vibicaria** L. Ein frisches ♂ der ab. **rubrofasciata** Hufn. in Peja am 27. August erbeutet.

147. **Timandra amata** L. Novoselo, 6. bis 21. August, mehrfach.

148. **Rhodometra sacraria** L. Ein ♀ der ab. **sanguinaria** Esp. am 28. August in Peja am Licht erbeutet.

149. **Lythria purpuraria** L. Novoselo, 7. bis 21. August, auch in der zeichnungslosen Form **lutearia** Vill. (♂, ♀).

150. **Lythria purpurata** L. Novoselo, 1. bis 21. August, mehrfach (♂, ♀).[1]

151. **Ortholitha plumbaria** F. Novipazar; 31. Mai (♂), Zljeb, 14. Juli (defektes ♀).

152. **Ortholitha limitata** Sc. Zljeb, 4. bis 20. Juli, Novoselo, anfangs August, häufig.

153. **Ortholitha bipunctaria** Schiff. Zljeb, 1. bis 16. Juli. Novoselo, 4. bis 20. August. Ein ♂ von Zljeb (1. Juli) gehört der ab. **gachtaria** Frr. an. Einzelne Stücke von Novoselo bilden durch die hellbläulichgraue Grundfarbe der Vorderflügel einen Übergang zur Form **sandalica** Schaw.

154. **Minoa murinata** Sc. Zljeb, 11. Juni bis 9. Juli, Novoselo, 12. bis 22. August, sehr häufig. Die Stücke gehören vorwiegend der Form **cinerearia** Stgr. an, je ein ♀ von 6. und 21. August von Novoselo kann bereits zur dunklen Form **cyparissaria** Chr. gezogen werden.

155. **Anaitis lithoxylata** Hb. Zljeb (in 1850 *m* Höhe), am 31. Juli, zwei frische ♂.

156. **Anaitis praeformata** Hb. Zljeb (1700 *m*), 21. Juni bis 10. Juli, hauptsächlich am Licht erbeutet.

157. **Anaitis plagiata** (L.) **pallidata** Stgr., Novoselo, 1. bis 6. August.

---

[1] Es dürfte sich doch empfehlen, den bis auf das unwesentliche Suffix gleichlautenden Namen einer der beiden einander so nahe verwandten Arten in Zukunft zu ändern.

158. **Anaitis simpliciata** Tr. Zljeb (1400 bis 1800 *m*), 23. Juni bis 27. Juli in Anzahl (♂, ♀); Novoselo, 2. August, ein großes frisches ♂, wahrscheinlich einer zweiten Generation angehörig. Auch am Licht.

Die Stücke stimmen in den blaugrauen Vorderflügeln, auf welchen die Bindenzeichnung nur schwach hervortritt, mit solchen aus Bosnien und der Herzegowina. Stücke aus dem Rilo (Bulgarien) sind größer, haben eine mehr aschgraue Grundfarbe der Vorderflügel und eine viel stärker hervortretende Bindenzeichnung derselben.

159. **Triphosa dubitata** L. Novoselo, 13. August (♀).

160. **Larentia ocellata** L. Zljeb, 26. Juni bis 11. Juli; Novoselo, 20. und 21. August.

161. **Larentia variata** Schiff. Zljeb (1400 bis 1800 *m*), 23. Juni bis 24. Juli; häufig in den Fichtenbeständen, auch am Licht. Die Stücke variieren nur wenig. Bei einzelnen ist die Mittelbinde der Vorderflügel schwärzlich ausgefüllt, die Grundfarbe derselben jedoch nicht weißlich.

162. **Larentia viridaria** F. Zljeb (nördliche Seite), 20. Juli in zirka 1400 *m* Seehöhe ein ♀,. Novoselo, 21. August ein ♂, wahrscheinlich einer zweiten (kleineren) Generation angehörig.

163. **Larentia aqueata** (Hb.) **hercegovinensis** Rbl. Zljeb (1700 *m*), 3. Juli, ein frisches ♂ am Licht; am 1. Juli ein ♀ aus einer am 19. Juni gefundenen Puppe gezogen. Die Stücke sind etwas dunkler als solche aus der Herzegowina, bleiben aber noch viel heller grau als die Nominatform.

164. **Larentia salicata** Hb. Zljeb, 20. Juni, ein ♂; Novoselo, 14. bis 29. August, mehrfach. Die Stücke letzterer Lokalität sind klein, von der Nominatform aber nicht zu trennen.

165. **Larentia fluctuata** L. Zljeb, 19. Juni bis 11. Juli; Novoselo, 14. bis 27. August, häufig, auch am Licht.

166. **Larentia montanata** Schiff. Zljeb (1400 bis 1750 *m*), 23. Juni bis 9. Juli, sehr häufig; Novoselo, 18. August, ein großes, frisches ♂.
167. **Larentia spadicearia** Schiff. Zljeb (1700 *m*), 15. Juni bis 1. Juli (♂, ♀). Das am 15. Juni erbeutete ♂ zeigt kaum erkennbare Spuren einer rötlichbraunen Einmischung. Die Vorderflügel sind in verschiedenen Schattierungen, vorwiegend grau und schwärzlich gezeichnet.
168. **Larentia designata** Rott. Zljeb (zirka 1500 *m*), 2. Juli (♂).
169. **Larentia caesiata** Lang. Zljeb (1500 bis 1800 *m*), 1. bis 27. Juli, mehrfach (♂, ♀).
170. **Larentia flavicinctata** Hb. Zljeb (1700 *m*), 1. Juli, ein frisches ♂ von normaler Färbung, wie sie auch bei den Stücken aus Bosnien (Trebevič) und Montenegro (Durmitor) auftritt.

Ein weiteres, ebenfalls ganz frisches, auf der Gipfelpartie des Zljeb bereits am 19. Juni erbeutetes weibliches Stück zeigt durch den starken Mangel gelber Einmischung eine viel heller graue Färbung der Vorderflügel und erinnert dadurch sehr an die allerdings größere und mit gestreckteren Flügeln versehene *L. cyanata* Hb. Die gelbe Einmischung der Vorderflügel ist hier auf die sehr schmale, kurze Basalbinde und im Mittelfelde auf Spuren an der inneren Begrenzung desselben und auf ein kleines Fleckchen am Ursprunge der Adern M_3 und Cu_1 beschränkt. Das Saumfeld bleibt ganz frei von gelben Schuppen. Da es sich zum mindesten um eine wiederkehrende Aberration handeln dürfte, erscheint es angezeigt, diese Form mit dem Namen **pseudocyanata** zu bezeichnen.[1]

Larentia flavicinctata relegata Püng.[2] Aus dem Kuku Noorgebiet dürfte eine Ähnlichkeit mit vorliegender Form besitzen, soll aber auch im Saumdrittel der Vorderflügel gelbe Einmischung zeigen und hellere, fast ungezeichnete Hinter-

---

[1] Ein ähnliches ♀ erbeutete L. Schwingenschuß auf der Moistroka (Triglav) 1. Juli 1907.

[2] Iris, XII (1899), p. 299.

flügel besitzen, welch letztere bei *pseudocyanata* eine normale Färbung aufweisen.

171. **Larentia cyanata** Hb. Zljeb (1700 *m*), 3. Juli, ein ♀, durch Lichtfang erbeutet. Das Stück gehört der Nominatform an.

172. **Larentia verberata** Sc. Zljeb (1800 *m*), 31. Juli, drei kleine Stücke (♂, ♀).

173. **Larentia nebulata** Tr. Zljeb (1400 bis 1800 *m*), 21. Juni bis 4. Juli (♂, ♀), häufig am Licht.

174. **Larentia incultaria** HS. Zljeb (1500 bis 1750 *m*), 19. Juni bis 2. Juli, mehrfach (♂, ♀).

175. **Larentia scripturata** Hb. Zljeb (1400 bis 1750 *m*), 1. bis 4. Juli, einzeln, auch am Licht; in Peja am 27. August noch ein abgeflogenes ♂.

176. **Larentia galiata** Hb. Peja, 27. August, ein kleines ♂ der Nominatform; Novoselo, 22. August, ein ♀ der Form **emina** Schaw.

177. **Larentia sociata** Bkh. Novoselo, 21. August, ein ♂.

178. **Larentia affinitata** (Stph.) **turbaria** Stph. Zljeb (1700 *m*), 22. Juni, ein ♀ am Licht erbeutet.

179. **Larentia minorata** Tr. Zljeb (1700 *m*), 4. und 11. Juli, je ein frisches ♀ am Licht.

180. **Larentia adaequata** Bkh. Zljeb (1700 *m*), 29. Juni, ein frisches ♂.

181. **Larentia albulata** Schiff. Čečevo brdo, 2. Juni (♂), Rožaj, 6. bis 8. Juni, Zljeb, 18. und 23. Juni, häufig, auch am Licht.

182. **Larentia obliterata** Hufn. Novoselo, 8. bis 21. August, mehrfach (♂, ♀).

183. **Larentia bilineata** L. Zljeb, 9. Juli: Novoselo, 4. bis 24. August, häufig, Peja, 27. August. Es liegt nur die Nominatform vor.

184. **Asthena candidata** Schiff. Novipazar, 30. Mai, ein abgeflogenes ♂; Novoselo, 4. bis 12. August (♂, ♀) mehrfach in sehr kleinen Stücken.

185. **Tephroclystia oblongata** Thubg. Novoselo, 20. August, ein frisches, sehr kleines ♂ am Licht.

186. **Tephroclystia silenicolata** Mab. Novoselo, 4. August, ein ♀ am Licht.

187. **Tephroclystia distinctaria** HS. Zljeb (1700 *m*), 21. und 22. Juni, je ein ♀ am Licht.

188. **Tephroclystia castigata** Hb. Zljeb (1700 *m*), 21. Juni, zwei ♀ am Licht.

189. **Tephroclystia fenestrata** Mill. Zljeb, 3. Juli, angeblich in 2000 *m* Höhe, zweifellos aber auf den viel tiefer gelegenen Standplätzen von *Veratrum* vorkommend, ein kleines, frisches ♀ erbeutet

190. **Tephroclystia veratraria** HS. Rožaj—Zljeb, 27. Juni, ein schwach gezeichnetes ♀.

191. **Tephroclystia helveticaria** (B.) **arceuthata** Frr. Čečevo brdo; 3. Juni, zwei ♂; Zljeb, 24. Juni, ein ♀ am Licht.

192. **Tephroclystia satyrata** Hb. Zljeb, 3. Juli, ein geflogenes ♂.

193. **Tephroclystia scabiosata** Bkh. Zljeb (1400 bis 1700 *m*), 28. und 30. Juni (1 ♂, 2 ♀); die Stücke sind sehr klein.

194. **Tephroclystia innotata** Hufn. Zljeb, 21. August. Ein beschädigtes ♂ der Sommerform **fraxinata** Crewe.

195. **Gymnoscelis pumilata** Hb. Novoselo, zwei geflogene ♂ am 7. August.

196. **Phibalapteryx vitalbata** Hb. Novoselo, 13. bis 21. August, mehrfach (♂, ♀), auch am Licht.

197. **Phibalapteryx corticata** Tr. Novoselo, 3. August, ein ♀ am Licht.

198. **Abraxas (Lomaspilis) marginata** L. Novoselo, 9. August (♀).

199. **Abraxas (Ligdia) adustata** Schiff. Novoselo, 12. und 27. August (♂, ♀).

200. **Cabera pusaria** L. Novoselo, 14. bis 21. August (♂, ♀).

201. **Numeria (Püngeleria) capreolaria** F. Zljeb (zirka 1400 *m*, Nordseite) ein kleines, helles ♂ am 4. Juli.

202. **Ellopia prosapiaria** (L.) **prasinaria** Hb. Zljeb (1400 *m*), 4. und 9. Juli (drei kleine ♂).

203. **Metrocampa margaritata** L. Novoselo, 21. August, ein kleines, frisches ♂.

204. **Selenia lunaria** (Schiff.) gen. aest. **delunaria** Hb. Novoselo, 6. August (2 ♀).

205. **Venilia macularia** L. Zljeb, 19. Juni bis 9. Juli, mehrfach (♂, ♀).

206. **Macaria liturata** Cl. Zljeb (1800 *m*), 21. Juni, ein defektes ♂ am Licht.

207. **Boarmia gemmaria** Brahm. Peja, 31. August, ein kleines, frisches ♀ am Licht.

208. **Boarmia jubata** Thubg. Zljeb (zirka 1400 *m*), am 4. Juli und Novoselo, 29. August, je ein ♀ am Licht. Letzteres ist sehr klein.

209. **Gnophos obscurarius** Hb. Novoselo, 5. August (♀).

210. **Gnophos glaucinarius** (Hb.) **falconarius** Frr. Zljeb (1700 *m*), 8., 10. und 27. Juli (♂, ♀); Novoselo, 25. August, ein geflogenes ♀. Alle Stücke am Licht erbeutet (die Form *supinarius* Mn. liegt nicht vor).

211. **Gnophos sordarius** (Thubg.) **mendicarius** HS. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 20. Juni bis 4. Juli, 3 ♂ am Licht.

212. **Gnophos myrtillatus** Thubg. Zljeb, 21. Juni, in zirka 1850 *m* Seehöhe und am 19. Juli in zirka 2100 *m* Seehöhe, je ein frisches, kleines ♂.

213. **Psodos trepidarius** (Hb.) **Werneri** Schaw. Zljebgipfel, 2000 *m* Seehöhe, 19. und 24. Juli (1 ♂, 4 ♀)

214. **Fidonia (Isturgia) limbaria** (F.) **rablensis** Z. Zljeb. 9. Juni, ein frisches ♀.

215. **Ematurga atomaria** L. Čečevo brdo, 3. Juni (♂), Zljeb, 20 bis 24. Juni (♂); Novoselo, 6. bis 13. August (♂, ♀) mehrfach. Die Stücke letzterer Lokalität bilden Übergänge zur Form **orientalis** Stgr.

216. **Phasiane clathrata** L. Novipazar, 31. Mai, Zljeb, Juni, mehrfach, in defekten Stücken.

217. **Phasiane glarearia** Schiff. Novoselo, 6. August (♂).

218. **Scoria lineata** Sc. Zljeb, in niedrigeren Lagen (zirka 1400 *m*), 18. bis 28. Juni (♂, ♀).

Arctiidae.

219. **Spilosoma lubricipeda** L. (**menthastri** Esp.). Novipazar, 30. Mai, ein geflogenes ♂.

220. **Phragmatobia fuliginosa** L. Peja, ein ♂ vom Aussehen der Frühjahrsgeneration am 30. August, am Licht.

221. **Parasemia plantaginis** (L.) **interrupta** Schaw. Zljeb (1400 bis 1700 *m*), 20. Juni bis 2. Juli in Anzahl (♂, ♀), die gelbe Form des ♂ einzeln auch analog ab. *lutea obsoleta* Tutt, die weiße Form *hospita* Schiff ♂ auch analog ab. *bicolor* Rätz. Die Hinterflügel sämtlicher ♀ mit roter Grundfarbe.

222. **Diacrisia sannio** L. Zljeb, 28. Juni und 4. Juli, je ein ♂ der ersten, Novoselo, 16. August, ein ♂ der zweiten Generation.

223. **Callimorpha dominula** L. Zljeb (1400 *m*), 9. Juli (♂).

224. **Callimorpha quadripunctaria** Poda. Novoselo, 3. bis 22. August, mehrfach.

225. **Coscinia striata** L. Zljeb (1400 *m*), ein ♂ am 28. Juni.

226. **Endrosa irrorella** Cl. Zljeb, 24. Juni; Novoselo, 4. August, je ein geflogenes ♂.

227. **Lithosia lurideola** Zck. Zljeb (zirka 1400 *m*), 9. und 12. Juli (♂, ♀); Novoselo, 15. August, ein sehr kleines, stark geflogenes ♂.

228. **Lithosia complana** (L.). Novoselo, 4. bis 17. August, einzeln am Licht, nur vier sehr kleine ♀.

Die Stücke haben nur eine Vorderflügellänge von 14 *mm*. Die Färbung des Vorderrandes der Vorderflügel und des Hinterleibes stimmt mit normalen *complana*-Stücken, die allgemeine Färbung ist jedoch blässer.

Wahrscheinlich handelt es sich nur um eine zweite, kleinere Generation, möglicherweise aber doch um eine Lokal-

form, zu deren Begründung jedoch die Kenntnis des männlichen Geschlechtes erforderlich wäre.

229. **Lithosia caniola** Hb. Novoselo, 4. bis 17. August, einzeln am Licht (♂, ♀).

Zygaenidae.

230. **Zygaena purpuralis** Brün. Zljeb, in zirka 1400 *m* Seehöhe, vom 28. Juni bis 11. Juli, mehrfach (♂, ♀).

231. **Zygaena achilleae** Esp. Zljeb (1400 *m*), 4. Juli, ein ♀.

232. **Zygaena exulans** (Hoch.) **Apfelbecki** Rbl. Ein ♂ aus der Gipfelregion des Zljeb, am 24. Juli erbeutet. Das Stück stimmt mit solchen vom Volujak,[1] ist nur etwas größer.

233. **Zygaena filipendulae** L. Zljeb, 4. bis 7. Juli, in zirka 1400 *m* Seehöhe (♂, ♀).

234. **Zygaena angelicae** O. Zljeb (1400 bis 1600 *m*), 4. bis 10. Juli, mehrfach (♂, ♀).

235. **Ino globulariae** Hb. Zljeb (zirka 1400 *m*), 28. Juni (♂ abgeflogen, ♀).

236. **Ino budensis** Spr. Čečevo brdo, 3. Juni (♂). Auch aus Bosnien und der Herzegowina bekannt.

237. **Ino Mannii** Led. Zljeb (1400 *m*), 28. Juni (2 ♂).

Psychidae.

238. **Pachythelia unicolor** Hufn. Peja, 27. August, einige leere, alte Säcke gefunden.

239. **Psyche viciella** Schiff. Umgebung Pejas, einige Säcke mit Raupen gefunden, welche während der folgenden Überwinterung eingingen.

240. **Sterroptherix hirsutella** Hb. Novoselo, 22. August, ein leerer Sack.

241. **Rebelia surientella** Brd. Novipazar, 31. Mai, Zljeb, 23. und 29. Juni, je ein ♂.

242. **Fumea crassiorella** Brd. Novoselo, 22. August, zahlreiche leere Säcke gefunden.

---

[1] Schaw, Verh. zool. bot. Ges., 1915, p. (89).

243. **Fumea betulina** Z. Peja, 27. August, einige leere Säcke.

Pyralidae.

244. **Crambus acutangulellus** HS. Zljeb (1600 bis 1800 *m*), 26. Juni bis 15. Juli, auch am Licht. Eine Serie von 20 Stücken (♂, ♀) dieser schönen Balkanart.

245. **Crambus inquinatellus** Schiff. Novoselo, 5. bis 22. August, eine Serie von Stücken beiderlei Geschlechts.

246. **Crambus geniculeus** Hw. Novoselo, ein stark geflogenes ♂ am 7. August, ein frisches ♂ am 22. August.

247. **Crambus contaminellus** Hb. Novoselo, 23. August, ein Pärchen am Licht erbeutet.

248. **Crambus lythargyrellus** (Hb.) **domaviellus** Rbl. Zljeb (1600 bis 1800 *m*), 22. Juni bis 1. Juli, zahlreiche ♂, ein ♀.

249. **Crambus tristellus** F. Novoselo, 19. bis 31. August, einzeln am Licht in kleinen Stücken der Stammform.

250. **Crambus perlellus** Sc. Zljeb (1700 *m*), 27. Juni bis 4. Juli, häufig.

251. **Crambus lanquidellus** Z. Zljeb (1700 *m*), nur ein ♂ am 28. Juni.

252. **Crambus pauperellus** Tr. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 28. Juni bis 14. Juli, einzeln (♂, ♀).

253. **Crambus mytilellus** Hb. Novoselo, 11. bis 15. August (4 ♂).

254. **Crambus confusellus** Stgr. Novosello, 12. und 17. August, je ein ♂.

255. **Crambus falsellus** Schiff. Novoselo, 6. bis 28. August, zahlreich (♂, ♀), auch am Licht.

256. **Crambus chrysonuchellus** Sc. Zljeb (1600 *m*), 26. Juni, ein kleines ♂.

257. **Crambus culmellus** L. Zljeb, 30. Juni bis 24. Juli, häufig (nur ♂), auch am Licht.

258. **Crambus dumetellus** Hb. Zljeb (1700 *m*), 1. bis 27. Juli (♂, ♀).

259. **Crambus pratellus** L. Zljeb (1500 bis 1700 *m*), 8. bis 29. Juni (♂, ♀), häufig.

260. **Crambus uliginosellus** Z. Novoselo, 8. bis 21. August, häufig (♂, ♀). Die Stücke sind klein, mit schneeweißen Hinterflügeln.

261. **Homoeosoma sinuella** F. Novoselo, 18. August, ein ♀ am Licht.

262. **Homoeosoma nimbella** Z. Novoselo, 4. bis 21. August, mehrere Stücke (♂, ♀).

263. **Ephestia elutella** Hb. Novoselo, 13. August, ein ♀ am Licht.

264. **Pempelia dilutella** Hb. Novoselo, 4. bis 23. August, zahlreich in beiden Geschlechtern, auch am Licht.

265. **Pempelia ornatella** Schiff. Zljeb, 21. Juni bis 1. Juli mehrfach (♂, ♀).

266. **Selagia argyrella** F. Novoselo, 4. August (1 ♂, 2 ♀), am Licht. Die Stücke sind auffallend klein (Vorderflügellänge 11 *mm*, gegen 14 mitteleuropäischer Stücke). Möglicherweise liegt eine Lokalform vor, was sich erst bei größerem Material entscheiden ließe.

267. **Salebria semirubella** Sc. Novoselo, 8. bis 23. August, zahlreich in beiden Geschlechtern. Die Mehrzahl der Individuen gehört der Form **sanguinella** Hb. an.

268. **Brephia compositella** Tr. Novoselo, 18. August, ein ♀.

269. **Endotricha flammealis** Schiff. Novoselo, 4. bis 12. August, zahlreich (♂, ♀). Ein ♀ ist auf allen Flügeln saumwärts stärker braun verdunkelt.

270. **Hypsopygia costalis** F. Novoselo, 11. bis 30. August, mehrfach (♂, ♀), zumeist am Licht erbeutet.

271. **Pyralis farinalis** L. Novoselo, 14. August, am Licht.

272. **Cledeobia angustalis** Schiff. Novoselo, 12. bis 24. August, in Anzahl beide Geschlechter.

273. **Stenia punctalis** Schiff. Novoselo, 13. bis 20. August, zwei Pärchen.

274. **Scoparia Zelleri** Wck. Čečevo brdo, 3. Juni, ein frisches ♂.

275. **Scoparia ingratella** Z. Zljeb (1600 *m*), 24. Juni, ein ♂.

276. **Scoparia manifestella** HS. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 23. Juni bis 8. Juli (1 ♂, 2 ♀), auch am Licht.

277. **Scoparia phaeoleuca** Z. Zljeb (1400 *m*), 4. Juli, ein frisches ♀ am Licht.

278. **Scoparia petrophila** (Stndf.) **balcanica** n. subsp. Zljeb (1700 *m*), 23. Juni bis 1. Juli, in Anzahl (♂, ♀), auch am Licht. Die Stücke sind durchschnittlich etwas größer, mit viel reiner weißgrauer Grundfarbe der Vorderflügel, als typische Exemplare aus dem Riesengebirge. Auch die Stücke aus den bosnischen und herzegowinischen Gebirgen (Treskavica,[1] Bisina[2]) gehören dieser lichten Form an.

Die Zeichnung der Vorderflügel, namentlich der Verlauf des äußeren Querstreifens, stimmt mit *petrophila* überein und unterscheidet die Form leicht von der ähnlich gefärbten, aber auch größeren und mit schmäleren Flügeln versehenen *Sc. sudetica* Z.

279. **Sylepta ruralis** Sc. Novoselo, 15. August, ein (defektes) ♀.

280. **Evergestis sophialis** F. Zljeb, 27. Juli, ein frisches ♀, Novoselo, 6. August, ein geflogenes ♂.

281. **Evergestis aenealis** Schiff. Novoselo, 4. bis 20. August, zwei Pärchen. Die Stücke sind klein, im weiblichen Geschlecht sehr dunkel schwärzlichbraun gefärbt.

282. **Nomophila noctuella** Schiff. Ušče, 27. Mai, Novoselo, 4. bis 21. August, sehr häufig.

283. **Loxostege (Phlyctaenodes) sticticalis** L. Novoselo, 11. bis 20. August, ein geflogenes Pärchen.

284. **Diasemia litterata** Sc. Novoselo, 2. bis 21. August, sehr häufig.

285. **Diasemia ramburialis** Dup. Novoselo, 19. August, 2 ♀.

286. **Cynaeda dentalis** Schiff. Novoselo, 22. August, ein ♂.

---

[1] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofm., XIX. Bd., p. 314, Nr. 1038.

[2] Schawerda, Zool. bot. Verh., 1911, p. (88).

287. **Titanio phrygialis** Hb. Zljeb, 16. Juni in zirka 1850 *m* Seehöhe, 3 frische Stücke (♂, ♀).

288. **Pionea crocealis** Hb. Novoselo, 21. August, ein Pärchen.

289. **Pionea languidalis** Ev. Novoselo, 12. August, ein stark geflogenes ♂.

290. **Pionea ferrugalis** Hb. Zljeb, 24. Juni, in tieferer Lage ein stark geflogenes ♀; Novoselo, 14. bis 29. August, zahlreich (♂, ♀).

291. **Pionea rubiginalis** Hb. Novoselo, 18. August, ein frisches ♂ am Licht.

292. **Pionea lutealis** Hb. Zljeb (1400 *m* Nordseite), 9. Juli, ein frisches ♂.

293. **Pionea nebulalis** Hb. Zljeb, 26. Juni bis 16. Juli, mehrfach (♂, ♀).

294. **Pionea decrepitalis** HS. Zljeb (1700 *m*), 20. bis 29. Juni (♂, ♀).

295. **Pionea olivalis** Schiff. Zljeb (1700 *m*), 1. Juli, ein ♂.

296. **Pyrausta flavalis** Schiff. Novoselo, 21. August, ein kleines ♂.

297. **Pyrausta nubilalis** Hb. Novoselo, 9. bis 19. August, mehrfach (♂, ♀).

298. **Pyrausta uliginosalis** Stph. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 16. bis 29. Juli, eine Anzahl männlicher Stücke. Auch am Licht. Bereits aus dem Rilo (Bulgarien) nachgewiesen.

299. **Pyrausta alpinalis** Schiff. Zljeb (1700 *m*) ein ♀ am 15. Juli.

300. **Pyrausta rhododendronalis** Dup. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 20. Juni bis 3. Juli (3 ♂, 1 ♀), auch am Licht.

301. **Pyrausta cespitalis** Schiff. Novoselo, 8. bis 29. August, mehrfach (♂, ♀).

302. **Pyrausta sanquinalis** L. Novoselo, 22. August, ein ♀.

303. **Pyrausta castalis** Tr. Zljeb, in zirka 1400 *m* Seehöhe, am 4. Juli ein frisches ♂.

304. **Pyrausta purpuralis** L. Zljeb, 4. bis 19 Juli, mehrere ♂ der größeren Form **chermesinalis** Gn.; Novoselo und Peja, 2. bis 30. August in Anzahl (♂, ♀) in Stücken der Stammform, ein ♂ auch der ab. **ostrinalis** Hb. in Peja am 30. August am Licht.

305. **Pyrausta aurata** Sc. Zljeb, 27. Juni, in tieferen Lagen ein ♂; Novoselo und Peja, 7. bis 30. August, mehrfach (♂, ♀).

306. **Pyrausta obfuscata** Sc. Novoselo, 14. August, ein kleines ♂ mit großem, gelbem Vorderrandfleck der Vorderflügel.

307. **Pyrausta cingulata** L. Zljeb (1750 *m*), am 4. Juli ein großes ♂; Novoselo, 3. bis 20. August (♂, ♀). Auch am Licht.

308. **Pyrausta nigralis** F., Zljeb, 24. Juni und 9. Juli, in Höhen zwischen 1400 und 1600 *m*, je ein ♂; Novoselo, 22. August, ein frisches ♀.

309. **Pyrausta funebris** Ström. Novoselo, 21. August, ein frisches ♂.

Pterophoridae.

310. **Oxyptilus distans** Z. Usče, 27. Mai (♂).

311. **Oxyptilus teucrii** (Jord.) **celeusi** Frey. Novipazar, 31. Mai (♂); Novoselo, 17. August, ♂, stark geflogen.

312. **Oxyptilus parvidactylus** Hw. Novoselo, 4. bis 14. August, am Licht.

313. **Platyptilia farfarella** Z. Zljeb (2000 *m*), 3. Juli, ein kleines blaßgefärbtes ♂ am Licht, ganz mit einem von Prof. Zeller herrührenden Stücke stimmend.

314. **Platyptilia Zetterstedtii** Z. Zljeb, 23. Juni, ein kleines ♀.

315. **Platyptilia acanthodactyla** Hb. Novoselo, 6. August.

316. **Platyptilia cosmodactyla** Hb. Novoselo, 12. August.

317. **Alucita pentadactyla** L. Novoselo, 13. bis 27. August.

318. **Alucita baliodactyla** Z. Novoselo, 7. August (♂).

319. **Alucita tetradactyla** L. Zljeb, 10. Juli, ein sicher hierher gehöriges defektes Stück (♂). Ein am 21. August ebenda

am Licht erbeutetes Stück (♂) gehört der Form **meristodactyla** (Mn.) Rbl.[1] an.

320. **Pterophorus osteodactylus** Z. Zljeb (1400 *m*), 11. Juli (♂).
321. **Stenoptilia coprodactyla** Z. Zljeb (1700 bis 1850 *m*), 23. Juni bis 20. Juli, häufig.
322. **Stenoptilia graphodactyla** Tr. Zljeb (1400 *m*, Nordseite), 9. Juli (♀).
323. **Stenoptilia pterodactyla** L. Zljeb (1750 *m*), 28. Juni (♂).

Tortricidae.

324. **Acalla variegana** Schiff. Abata (Alb.), 10. September (♂).
325. **Acalla quercinana** Z. Zljeb (1600 *m*), 26. Juni, ein ♂.
326. **Dichelia grotiana** F. Peja, 27. August, ein sehr kleines ♂.
327. **Dichelia gnomana** Cl. Novoselo, 7. bis 20. August, zahlreich.
328. **Tortrix bergmanniana** L. Zljeb, 9. bis 20. Juli.
329. **Tortrix steineriana** (Hb.) **balcanica** n. subsp. Zljeb, 23. Juni bis 24. Juli, 1600 bis 2000 *m*, zahlreiche ♂.

Die Stücke sind, in Übereinstimmung mit solchen aus den Hochgebirgen Bosniens und der Herzegowina,[2] kleiner, mit entschieden schmäleren Flügeln als solche aus den Alpen. Stücke vom rumänisch-siebenbürgischen Grenzgebirge (Bucsecs, 3. August, leg. Rbl.) nähern sich bereits der Balkanform, zeigen aber eine breitere rostrote Bindenzeichnung der Vorderflügel.

330. **Tortrix rusticana** Tr. Zljeb, 12. bis 19. Juni, mehr in niedrigeren Lagen (♂, ♀).
331. **Cnephasia argentana** Cl. Zljeb, 28. Juni bis 10. Juli, zahlreiche ♂, ein ♀.
332. **Cnephasia canescana** Gn. Novoselo, 12. August (♂).
333. **Cnephasia wahlbomiana** (L.) **alticolana** HS. Zljeb (1700 *m*), 25. Juni (♂, ♀).

---

[1] Rov. Lapok, XXIII (1916), p. 117.

[2] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofmus., XIX. Bd., p. 330, Nr. 1162.

334. **Cnephasia abrasana** Dup. Novipazar, 31. Mai, Rožaj, 6. Juni, je ein ♂.

335. **Anisotaenia ulmana** Hb. Zljeb, 20. Juli, ein ♂.

336. **Conchylis rutilana** Hb. Zljeb, zirka 2000 *m*, 19. Juli, ein ♂.

337. **Conchylis smeathmanniana** F. Zljeb (1800 *m*), 23. Juni (♂).

338. **Conchylis ciliella** Hb. Zljeb, 23. Juni bis 27. Juli; Novoselo, 16. und 19. August; Peja, 27. August; Kučiste, 3. September.

339. **Euxanthis hamana** L. Novoselo, 19. August (♂).

340. **Euxanthis zoegana** L. Zljeb, 20. Juli; Novoselo, 8. bis 20. August. Die Stücke von letzterer Lokalität sind sehr klein (II. Generation), die rostbraune Ringzeichnung des Apikalteiles der Vorderflügel sehr dunkel, die Hinterflügel fast schwarz. Ein Stück von Lastva (Herzeg.) vom 24. August (leg. Pag.) stimmt damit überein.[1]

341. **Euxanthis straminea** Hw. Novoselo, 15. August, am Licht (♂).

342. **Hysterosia inopiana** Hw. Novoselo, 8. und 10. August, je ein ♂.

343. **Olethreutes sauciana** Hb. Zljeb, 24. Juni, ein ♀.

344. **Olethreutes profundana** F. Novoselo, 3. und 8. August (♂, ♀, verflogen).

345. **Olethreutes arcuella** Cl. Zljeb (1700 *m*), 12. Juni (♂).

346. **Olethreutes mygindana** Schiff. Zljeb, 23. Juni (♂).

347. **Olethreutes striana** Schiff. Usče, 27. Mai, ♂; Novoselo, 4. bis 21. August, kleine Stücke (♂, II. Generation).

348. **Olethreutes stibiana** Gn. Rožaj, 6. Juni (♂, ♀); Zljeb, 23. Juni (♂).

349. **Olethreutes rivulana** Sc. Novoselo, 4. bis 21. August in Anzahl, darunter auch kleine Stücke, welche von ab. **stangeana** Teich nicht zu trennen sind.

---

[1] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofmus., XIX. Bd., p. 334, Nr. 1191.

350. **Olethreutes lacunana** Dup. Novipazar, 30. Mai; Zljeb, 28. Juni bis 20. Juli; Novoselo, 9. bis 20. August.

351. **Olethreutes cespitana** Hb. Zljeb, 4. Juli (♀); Novoselo, 18. bis 24. August, auch am Licht (♂, ♀).

352. **Olethreutes bipunctana** F. Novipazar, 31. Mai; Zljeb, 24. Juni bis 1. Juli.

353. **Olethreutes hercyniana** Tr. Zljeb, 28. Juni und 4. Juli, je ein ♀.

354. **Epinotia (Steganoptycha) nanana** Tr. Zljeb, 27. Juni bis 10. Juli.

355. **Epinotia mercuriana** Hb. Zljebgipfel (2100 *m*); 24. Juli (3 ♂, 1 ♀).

356. **Bactra lanceolana** Hb. Novoselo, 9. bis 21. August, eine Anzahl kleiner Stücke.

357. **Semasia hypericana** Hb. Zljeb, 20. Juni bis 9. Juli in Anzahl; Novoselo, 6. August (kleines ♂).

358. **Epiblema modicana** Z. Novoselo, 8. bis 20. August mehrfach (♂, ♀).

359. **Epiblema tedella** Cl. Zljeb, 23. Juni bis 9. Juli, häufig.

360. **Epiblema penkleriana** F. R. Novoselo, 19. August (♀),

361. **Epiblema tetraquetrana** Hw. Novoselo, 9. August (♀).

362. **Epiblema thapsiana** Z. Zljeb (zirka 1400 *m*), 20. Juni, am Licht ein sehr großes ♂ (Vorderflügellänge 9, Exp. 18 *mm*).

363. **Grapholitha caecana** Schläg. Novipazar, 31. Mai, ein geflogenes ♂.

364. **Grapholitha succedana** Froel. Novoselo, 17. August, ein kleines ♂ am Licht.

365. **Grapholitha compositella** F. Peja, 31. August (♂).

366. **Grapholitha janthinana** Dup. Novoselo, 6. August, ein stark geflogenes ♀.

367. **Pamene amygdalana** Dup. Novoselo, 9. August, ein sehr kleines ♂.

368. **Ancylis lundana** F. Novoselo, 12. August.

369. **Ancylis comptana** Froel. Novoselo, 17. August, am Licht.

370. **Dichrorampha heegeriana** Dup. Novoselo, 8. August, ein frisches ♀.

371. **Dichrorampha consortana** Wilk. Zljeb (1400 *m*, Nordseite), 18. Juni (♂).

372. **Dichrorampha acuminatana** Z. Novoselo, 16. August, am Licht (♂).

373. **Lipoptycha saturnana** Gn. Zljeb (1400 *m*, Nordseite), 28. Juni (♀).

374. **Lipoptycha pentheriana** n. sp. (♂, ♀).

Zwei ganz frische männliche Stücke am Zljeb in beiläufig 1700 *m* Höhe am 23. und 27. Juni erbeutet, sowie ein



Fig. 4, 5. *Lipoptycha pentheriana* Rbl. (♂, ♀).

etwas geflogenes ♀ ebendaher vom 5. Juli gehören einer neuen Art an, welche der *Dichrorampha distinctana* Hein. ähnlich ist, aber durch den vollständigen Mangel eines Vorderrandumschlages an der Basis der männlichen Vorderflügel sogar generisch davon zu trennen ist.

Die kurzen dunklen Fühler sind entschieden stärker (dicker) als bei *D. distinctana.* Die vorgestreckten, abgeschrägten Palpen orange, nach unten und außen breit schwarz gesäumt. Körper und Beine von der dunklen Flügelgrundfarbe, letztere mit hellgefleckten Tarsengliedern.

Die Vorderflügel sind gestreckt, mit stumpf gerundeter Spitze, unterhalb welcher der schwach gebogene Saum am Augenpunkt etwas eingezogen ist. Die Grundfarbe der Vorderflügel ist schwärzlichgrau, in der Basalhälfte gleichmäßig weißlich gewellt, in der Außenhälfte wird die Grundfarbe durch goldgelbe Bestäubung bedeckt. Der bei *distinctana* viel deutlicher hervortretende helle Innenrandfleck wird hier nur durch einige kräftige e, etwas schräg bis zur Flügelmitte

reichende gelblichweiße Querwellen ersetzt. Der Vorderrand ist von der Basis ab gleichmäßig hell und dunkel gefleckt. Die hellen Stellen setzen sich beim ♂ als einfache gelblichweiße Schräghäkchen fort, welche nur beim ♀ zum Teil als Doppelhäkchen erscheinen. Die Einfassung des durch eine Querreihe sehr feiner schwarzer Punkte bezeichneten Spiegelfeldes wird durch zwei dicke, blauglänzende Bleilinien gebildet, welche sich vor dem Innenwinkel vereinen. Eine kurze solche Bleilinie zieht auch aus dem letzten Vorderrandshäkchen gegen den Augenpunkt. Am Saum liegen fünf kräftige schwarze Punkte, die zum Teil sehr kurze Längsstrichelchen bilden. Die bleigrauen Fransen in ihrer Mitte mit weißlicher Teilungslinie. Die Hinterflügel mit ganz gerundeter Spitze, dunkelgrau mit helleren Fransen und breiterer weißlicher Teilungslinie. Die Unterseite der Flügel glänzend braungrau mit fünf großen gelben Vorderrandshäkchen in der Apikalhälfte.

Das ♀ etwas gedrungener, mit etwas schmäleren Flügeln als das ♂.

Vorderflügellänge 6·5, Exp. 13 bis 14 *mm.*

Von *D. distinctana,* abgesehen von dem Mangel des Vorderrandsumschlages beim ♂, durch etwas gestrecktere Vorderflügel, welche im Basalfeld viel deutlicher gezeichnet sind, wodurch der Innenrandsfleck viel weniger hervortritt, sowie durch zahlreichere Vorderrandshäkchen leicht zu unterscheiden.

Die mir in den Typen bekannt gewordene *Dichr. rilana* Dren.[1] aus dem Rilo-Dagh besitzt einen, allerdings sehr kurzen Vorderrandsumschlag der Vorderflügel beim ♂. Überdies steht sie der *Dichr. ligulana* HS. sehr nahe, ihre Vorderflügel sind jedoch schwächer gezeichnet, mit 2 Augenpunkten in den Fransen, die Hinterflügel dunkler etc.

Glyphipterygidae.

375. **Choreutis bjerkandrella** (Thubg.) **pretiosana** Dup. Novoselo, 13. August (♂).

[1] Drenowski, Per. Zeitschr. Wiss. Mitt. (Sophia), 71. Bd. (1910), p. 619, Taf. 1.

376. **Choreutis myllerana** F. Novoselo, 3. bis 22. August.
377. **Simaethis diana** Hb. Zljeb (1700 *m*), 9. bis 10. Juli, auf einer feuchten Wiese in Anzahl.
378. **Simaethis fabriciana** L. Zljeb, 5. bis 20. Juli; Novoselo, 19. August, zahlreich.
379. **Glyphipteryx thrasonella** Sc. Zljeb (1400 *m*), 18. Juni (♂).
380. **Gylphipteryx equitella** Sc. Novoselo, 4. August (ein geflogenes ♂).

Hyponomeutidae.

381. **Hyponomeuta cognatellus** Hb. Novoselo, 12. bis 27. August.
382. **Swammerdamia alpicella** HS. Zljeb (1600 *m*), 24. Juni (♀).
383. **Argyresthia albistria** Hw. Novoselo, 14. bis 20. August.
384. **Argyresthia ephippella** F. Novoselo, 6. bis 8. August.
385. **Argyresthia nitidella** F. Zljeb, 28. Juni; Novoselo, 4. bis 11. August.
386. **Argyresthia abdominalis** Z. Zljeb, 4. und 19. Juli.
387. **Argyresthia fundella** FR. Zljeb, 28. Juni, 4. Juli.
388. **Argyresthia goedartella** L. Zljeb, 24. Juni, 10. Juli.
389. **Argyresthia glabratella** Z. Zljeb, 25. bis 28. Juni, bis 1750 *m*.
390. **Argyresthia amiantella** Z. Novoselo, 17. August, am Licht.

Plutellidae.

391. **Plutella maculipennis** Curt. Zljeb, 10. Juli.
392. **Plutella senilella** Zett. Zljeb, 4., 6. und 24. Juni, je ein geflogenes Stück (♂).
393. **Cerostoma lucella** F. Novoselo, 6. bis 17. August (♀).
394. **Cerostoma asperella** L. Novoselo, 4. August (♂).
395. **Cerostoma falcella** Hb. Zljeb (1400 *m*), 9. Juli (♂, ♀).
396. **Cerostoma xylostella** L. Zljeb, 9. Juli (♂).

Gelechiidae.

397. **Bryotropha terrella** Hb. Novoselo, 12. bis 24. August, häufig.[1]
398. **Gelechia velocella** Dup. Novoselo, 7. bis 10. August, auch am Licht (♂, ♀).
399. **Gelechia infernalis** HS. Zljeb (1700 *m*), 20. Juni bis 4. Juli, mehrere ♂, auch am Licht.
400. **Lita artemisiella** Tr. Zljeb 12. Juli (♀).
401. **Lita maculea** Hw.[2] Novoselo, 4. August (♀).
402. **Lita leucomelanella** Z. Novoselo, 22. August, ein frisches ♂ am Licht.
403. **Teleio sequax** Hw. Novoselo, 10. August, großes ♂.
404. **Acompsia cinerella** Cl. Novoselo, 7. bis 22. August (♂, ♀).
405. **Tachyptilia Disquei** Meeß. Bad. zool. Ver., 1907, p. 125; Meeß in Spuler, p. 355; *quercella* (Lafaury) Chrét., Le Naturaliste (2), 29. Vol., p. 254 (Novembre 1907); panormitella Mn. (i. l., Brussa).

Von dieser erst in jüngerer Zeit beschriebenen Art liegen zwei geflogene weibliche Stücke von Novoselo vom 12. und 15. August vor.

Die Art bleibt wohl fraglich und steht der folgenden *scintilella* außerordentlich nahe. Sie ist meist größer, breitflügeliger, mit am Vorderrande fleckartig verdickter hinterer Querlinie der Vorderflügel.

Bereits Mann hat sie von Brussa (1863) als eigene Art (*panormitella*, i. l.) angesprochen, aber nicht publiziert.

Vielleicht ist sie nur die auf Eichen lebende Form der *scintilella*. Hierher gehörige Stücke besitzt das Hofmuseum

---

[1] Ein einzelnes ♂ (in nicht bestem Erhaltungszustände) vom Zljeb, 20. Juli, dürfte vielleicht der ungenügend bekannt gemachen *Bryotropha ciliatella* HS. (V., p. 174, Fig. 590) angehören.

[2] Ein stark geflogenes männliches Stück vom gleichen Fundort und Tag zeigt eine schwarze Beschuppung des Palpenmittelgliedes. Wahrscheinlich liegt eine neue, sonst nahestehende Art vor.

auch von Kučiste (Dalmatien) und Mostar (18. Juli 1898, leg. Rbl.).

406. **Tachyptilia scintilella** FR. Novoselo, 11. und 22. August, zwei geflogene Stücke, sind viel kleiner als die vorigen *Disquei* mit schmäleren, mehr bräunlichen Flügeln und etwas längeren, spitzeren Palpen.

407. **Tachyptilia subsequella** Hb. Novoselo, 6. bis 17. August.

408. **Xystophora tenebrella** Hb. Zljeb, 25. Juni (1 ♀).

409. **Xystophora atrella** Hw. Novoselo, 15. August (♀).

410. **Anacampsis anthyllidella** Hb. Zljeb, 20. Juli (♀); Novoselo, 9. August (♂); Abata, 10. September (♂).

411. **Anacampsis vorticella** Sc. Zljeb, 28. Juni bis 4. Juli; Novoselo, 7. bis 13. August. Sämtliche Stücke sind unter Mittelgröße.

412. **Aristotelia heliacella** HS. Zljebgipfel (2100 *m*), ein Pärchen, am 24. Juli.

413. **Chrysopora stipella** Hb. Novoselo, 24. August (♂).

414. **Apodia bifractella** Dgl. Zljeb, 3. und 11. Juli (je ein ♀, am Licht).

415. **Cladodes dimidiella** Schiff. Zljeb (zirka 1600 *m*), 24. Juni ein frisches ♂.

416. **Rhinosia formosella** Hb. Ušče, 27. Mai (♀).

417. **Sophronia semicostella** Hb. Rožaj, 6. Juni (♂).

418. **Pleurota bicostella** L. Zljeb (1600 bis 1700 *m*), 24. Juni bis 8. Juli (♂, ♀).

419. **Topeutis barbella** F. Novipazar, 31. Mai (♂); Zljeb, 22. Juni bis 1. Juli (♂, ♀).

420. **Depressaria costosa** Hw. Novoselo, 21. August (♀).

421. **Depressaria carduella** Hb. Novoselo, 4. August (♀).

422. **Hypercallia citrinalis** Sc. Zljeb, 28. Juni, 4. Juli (♂).

423. **Carcina quercana** F. Novoselo, 11. und 21. August (♂, ♀).

424. **Borkhausenia unitella** Hb. Zljeb, 26. Juni (verflogenes ♀); Novoselo, 7. August (frisches ♀).

425. **Borkhausenia fuscescens** Hw. Novoselo, 4. August (♂).

426. **Borkhausenia stipella** L. Zljeb, 23. Juni bis 24. Juli, häufig (♂, ♀).

Elachistidae.

427. **Scythris fallacella** Schläg. Zljeb (2000 *m*), ein ♂ mit typisch aufgetriebenem Abdomen am 3. Juli.

428. **Scythris parvella** HS. Novoselo, 14. August, mehrfach (♂, ♀).

429. **Scythris laminella** HS. Zljeb, 1. bis 4. Juli (♂), Novoselo, 14. August (2 ♀).

430. **Scythris noricella** Z. Zljeb (1750 *m*), am 28. Juni, ein ganz frisches ♀. Östlichster Fundort dieser für das Balkangebiet neuen Art.

431. **Ochromolopis ictella** Hb. Novoselo, 4. August, ein geflogenes ♂ am Licht.

432. **Augasma aeratella** Z. Novoselo, 12. bis 16. August.

433. **Stagmatophora serratella** Tr. Novoselo, 19. und 20. August, am Licht.

434. **Tinagma perdicellum** Z. Zljeb, 28. Juni bis 6. Juli (bei 1750 *m*), (♂, ♀); Novoselo, 3. August, ♂ am Licht.

435. **Coleophora spissicornis** Hw. Zljeb, 26. Juni (♂).

436. **Coleophora lixella** Z. Zljeb, 22. Juni bis 4. Juli, auch am Licht.

437. **Coleophora fretella** Z. Novoselo, 21. und 22. August (♂, ♀).

438. **Coleophora coronillae** Z. Zljeb, 30. Juni (♂).

439. **Coleophora? ibipennella** Z. Zljeb, 4. Juli, ein geflogenes ♂ am Licht.

440. **Coleophora caespitiella** Z. Novoselo, 21. August (♂).

441. **Coleophora spec** (bei *collina* Frey). Ein einzelnes ♂ von Zljeb (1600 *m*), 26. Juni, welches durch das Aufweichen beim Präparieren gelitten hat, steht der *Col. collina* Frey sehr nahe.

442. **Antispila treitschkiella** FR. Novoselo, 7. August.

443. **Stephensia brunnichiella** L. Novoselo, 16. August.

444. **Elachista quadrella** Hb. Zljeb (1700 *m*), 27. Juni, 4. Juli (je ein ♂).

445. **Elachista nigrella** Hw. Novoselo, 14. und 16. August.

446. **Elachista bifasciella** Tr. Zljeb, 25. Juni bis 8. Juli, mehrfach.

447. **Elachista anserinella** Z. Novipazar, 31. Mai, ein frisches ♂.

448. **Elachista rufocinerea** Hw. Zljeb, 6. Juni (geflogenes ♂).

449. **Elachista subalbidella** Schläg. Zljeb (1700 *m*), 24. Juni bis 8. Juli, auch am Licht, häufig, ♀ selten. Geflogene Stücke werden, bei noch vollem Fransenbesatz der Flügel, sehr bleich, weißlich. Novoselo, 20. August, ein frisches ♀. Die Art ist auf den Gebirgen der Balkanhalbinsel weit verbreitet.[1]

Gracilariidae.

450. **Gracilaria alchimiella** Sc. Novipazar, 31. Mai.

451. **Gracilaria rhodinella** HS. Novoselo, 12. August, ein geflogenes ♂.

452. **Gracilaria tringipennella** Z. Novoselo, 17. August, am Licht.

453. **Gracilaria limosella** Z. Novoselo, 6. August.

454. **Gracilaria phasianipennella** Hb. ab. **quadruplella** Z. Novoselo, 20. August, ein frisches ♂ dieser seltenen Form.

455. **Gracilaria auroguttella** Stph. Zljeb (1400 *m*), 20. Juli und Novoselo, 11. August (defekt).

456. **Gracilaria ononidis** Z. Zljeb, 8. Juli.

457. **Coriscium cuculipennellum** Hb. Novoselo, 22. August.

458. **Ornix fagivora** Frey. Novoselo, 12. August.

459. **Ornix anglicella** Stt. Novoselo, 16. August (defekt).

460. **Bedellia somnulentella** Z. Novoselo, 17. bis 28. August, am Licht.

---

[1] Rebel, Ann. d. Naturh. Hofmuseums, XIX., p. 367, Nr. 1444.

461. **Lithocolletis roboris** Z. Novoselo, 8. bis 9. August.

462. **Lithocolletis sylvella** Hw. Novoselo, 20. und 21. August, große Stücke. Die Bindenzeichnung der Vorderflügel nicht goldbraun ausgefüllt.

463. **Lithocolletis alniella** Z. Novoselo, 20. und 21. August (zahlreich).

464. **Lithocolletis strigulatella** Z. Novoselo, 21. August, ein sehr kleines ♂.

465. **Lithocolletis cavella** Z. Abata, 10. September (♂).

466. **Lithocolletis spinicolella** Z. Zljeb, 9. Juli; Novoselo, 17. bis 20. August.

467. **Lithocolletis carpinicolella** Stt. Novoselo, 19. bis 26. August, auch am Licht.

468. **Lithocolletis froelichiella** Z. Zljeb, 6. Juni, ♂, defekt.

469. **Lithocolletis kleemanella** F. Zljeb, 9. Juli; Novoselo, 13. und 20. August.

Lyonetiidae.

470. **Bucculatrix crataegi** Z. Novoselo, 21. August, ein Stück mit stark gelb gefärbten Vorderflügeln.

Nepticulidae.

471. **Nepticula spec.** (bei *pretiosa* Hein.), defekt. Novoselo, 20. August.

472. **Nepticula hannoverella** Glitz. Abata, 10. September (♂).

Talaeporiidae.

473. **Talaeporia politella** O. Novoselo, 22. August, mehrere leer gefundene, alte Säcke dürften dieser Art angehört haben.

474. **Solenobia** spec. Zljeb. Ein am 3. Juli leer gefundener Sack von dunkler Färbung stimmt mit jenem von *Sol. triquetella* FR. am besten überein.

475. **Solenobia** spec. Mehrere in Novoselo am 22. August gefundene leere Säcke scheinen von dem vorigen verschieden und gehören vielleicht zu *Sol. nickerlii* Hein.

Tineidae.

476. **Euplocamus anthracinalis** Sc. Novipazar, 31. Mai (2 ♂).

477. **Scardia tessulatella** Z. Zljeb (1500 bis 1600 *m*), 24. Juni bis 2. Juli (4 ♂).

478. **Monopis ferruginella** Hb. Novoselo, 16. und 21. August (zwei geflogene Stücke mit sehr großem hyalinem Fleck der Vorderflügel).

479. **Monopis rusticella** Tr. Zljeb, 1. Juli (♂), am Licht.

480. **Tinea fulvimitrella** Sod. Zljeb (1500 *m*), 2. Juli (♀).

481. **Tinea arcella** F. Zljeb (1400 *m*), 28. Juni (♀); Novoselo, 21. August (ein geflogenes ♂).

482. **Tinea cloacella** Hw. Zljeb, 22. Juni, 1. Juli (♂).

483. **Tinea fuscipunctella** Hw. Novoselo, 22. August (♂).

484. **Tinea pellionella** L. Novipazar, 31. Mai; Zljeb, 9. Juni (am Licht), Novoselo, 12. August.

485. **Tinea lapella** Hb. Novoselo, 17. August, am Licht (♂).

486. **Meessia? vinculella** HS. Ein in Peja am 27. August gefundener leerer Sack mit feinem, weißem Kalkstaub bekleidet, stimmt in seiner flachen Form mit jenem obgenannter Art überein.

487. **Incurvaria praelatella** Schiff. Zljeb, 11. Juli (♀).

488. **Incurvaria vetulella** Zetl. Zljeb (1400 bis 1600 *m*), 18. bis 29. Juni, in Anzahl (♂, ♀). Fast sämtliche Stücke gehören der Form **unicolor** Rbl.[1] an, nur ein defektes ♀ zeigt auf den Vorderflügeln am Vorderrand vor der Spitze eine kleine, viereckige, weiße Makel und am Innenrand eine solche schmale, hohe Makel vor Beginn der Fransen.

489. **Incurvaria rupella** Schiff. Zljeb, bis 1900 *m*, 29. Juni bis 1. Juli, eine Serie frischer männlicher Stücke.

490. **Nemophora pilulella** Hb. Zljeb (1700 *m*), 19. Juni bis 2. Juli, häufig.

---

[1] Ann. d. Naturhist. Hofmus., XIX., p. 372.

491. **Nemotois metallicus** (Poda) **aerosellus** Z. Zljeb (1400 *m*), 28. Juni, in Anzahl (♂, ♀).

492. **Adela associatella** Z. Zljeb (1400 bis 1600 *m*), 4. bis 11. Juli (♂, ♀).

493. **Adela degeerella** L. Novipazar, 31. Mai (♂); Zljeb, 28. Juni (♂).

494. **Adela congruella** Z. Zljeb, 5. Juli (♀).

495. **Adela violella** Tr. Zljeb (1400 *m*, Nordseite), 11. Juli, zwei frische ♀.

Micropterygidae.

496. **Micropteryx aruncella** Sc. Zljeb (1400 *m*), 4. bis 9. Juli.

497. **Micropteryx calthella** L. Zljeb (1400 *m*), 4. Juli; Novoselo, 21. August (♂).

Liste der neubeschriebenen Arten und Formen.



Über tötende Wirkung des Mistelschleims auf das Zellgewebe von Blättern und Sprossen

Von

E. Heinricher
k. M. k. Akad.

Aus dem Botanischen Institut der Universität Innsbruck

(Mit 3 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1917)

Bevor ich noch volle Klarheit darüber gewonnen hatte, ob die in der vorausgehenden Abhandlung erörterte Keimungshemmung der Samen anderer Pflanzen durch den Mistelschleim nur in Störungen der osmotischen Verhältnisse ihren Grund hat oder ob Giftwirkungen des Schleims vorliegen, unternahm ich nebenher einige Versuche, um zu verfolgen, wie mit voller Schleimhülle auf Blätter ausgelegte Mistelsamen wirken, ob Reaktionen bemerkbar hervortreten und welcher Art sie sein würden.

Abgesehen von den besonders weitreichenden Erkrankungsprozessen, die durch das Belegen mit Mistelsamen an vielen Birnrassen veranlaßt werden,[1] waren mir auch schon bei anderen Pflanzen durch die Mistelsamen hervorgerufene Erscheinungen bekannt, die ich in der unten angeführten Arbeit kurz streife. Die erste diesbezügliche Beob-

[1] Vgl. E. Heinricher, »Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion (Denkschriften der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Kl., 93. Bd., 1916, p. 34, 4 Taf.).

achtung enthält aber schon eine meiner älteren Studien[1] über die Mistel; ich teilte dort mit, daß auf die intakten, jugendlichen Flachsprosse von *Opuntia parvula* mit ihrer Schleimhülle ausgelegte Mistelsamen an den betroffenen Stellen Korkbildung auslösen. Fig. 1 der a. a. O. beigegebenen Tafel führt eine solche, pustelartig etwas hervortretende Stelle bildlich vor und Textfig. 2 einen Querschnitt durch die Korkpustel. Im Punkt 2 der Zusammenfassung sage ich: »Diese auf Abwehr des Parasiten hinzielende Reaktion ist von besonderem Interesse dadurch, daß sie erfolgt, ohne daß der Parasit in die *Opuntia* tatsächlich eingedrungen wäre. Sie wird also nur durch stoffliche Einwirkung der Mistel auf die Unterlage bewirkt.«

A. Versuche mit Blättern.

Mein erstes Versuchsobjekt für diese Arbeit waren sieben Topfpflanzen von *Pelargonium inquinans*. Am 17. April 1916 wurden je zwei Blätter jedes Stockes oberseits mit einem Mistelsamen belegt. Das Auslegen erfolgte an verschiedenen Stellen der Blätter: oberseits, am Grunde der Blattspreite, mehr in der Mitte dieser und am Blattrande. Auch wurden teils ausgewachsene, teils jüngere Blätter gewählt. Die Pelargonien standen im N-Versuchshaus des Institutes. Das Ergebnis dieses Versuches will ich nur zusammenfassend besprechen, eingehender aber jenes einer Wiederholung desselben, von der auch bildliche Darstellungen geboten werden sollen.

Die ersten Anzeichen einer Reaktion an den Blättern waren schon am 26. April da und dort bemerkbar. Auf der Oberseite der Blattspreite eine leichte gelbliche Verfärbung um den aufliegenden Samen; die entsprechende Stelle unterseits (in einem Falle schon am 23. April) bot den Eindruck, als ob das Gewebe etwas eingesunken sei. Am 10. Mai waren die schädigenden Einflüsse fast ausnahmslos, wenn

[1] »Über Versuche, die Mistel (*Viscum album* L.) auf monokotylen und auf sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen“ (diese Sitzungsberichte, Bd. CXXI, Abt. I, 1912).

auch in verschiedenen Graden, vorhanden. Zumeist war das Gewebe unter dem ausgelegten Samen schon abgestorben und tief gebräunt; bei einigen Blättern aber wurde erst das Anfangsstadium der Schädigung, gelbliche Verfärbung, sichtbar. Im allgemeinen traten die Wirkungen an jüngeren Blättern später hervor, auch war es leicht zu bemerken, daß der Grad der Wirkung von der Innigkeit der Berührung zwischen Mistelsame und Blatt abhängig ist. Einige mehr lose und nur mit einer Kante haftende Samen führten später und zu geringeren Reaktionen als solche, die mit breiter Fläche auflagen. Auch ließ sich erkennen, daß die Verfärbung des Blattgewebes soweit reichte als der den Samen umgebende Schleim, ja daß dieser, wo er beim Auslegen des Samens seitlich etwas verzogen worden war, ebenfalls seine Wirkung erkennen ließ. Am 24. Mai waren die charakteristischen Erscheinungen an allen Blättern vorhanden und wurde der Versuch aufgelassen.

Ein gleiches und bestätigendes Ergebnis hatte ein zweiter, am 2. Mai 1916 eingeleiteter Versuch, bei dem je ein mit Kennzeichen versehenes Blatt mit einem oder zwei Mistelsamen belegt worden war. Dieser Versuch lief mit dem ersten zum Teil gleichzeitig. Anlaß zu seiner Einleitung war, daß ich das Auslegen der Mistelsamen beim ersten einer Hilfskraft überlassen hatte und als ich bei der Untersuchung am 26. April die eingesunkenen Stellen an der Unterseite der Blätter wahrnahm, Zweifel hegte, ob dieselben nicht durch einen Druck beim Auslegen der klebrigen Mistelsamen bewirkt worden wären. Als ich also das Auslegen der Samen besorgte, wurde streng darauf geachtet, daß jeder Druck auf das Blattgewebe vermieden war. Ich will das Ergebnis an den Pflanzen I bis VII kurz besprechen.

I. Am 10. Mai noch keine Wirkung erkennbar, am 24. Mai aber eine solche deutlich. Sie erscheint verhältnismäßig gering, was in dem geringen Kontakt, den der Same mit dem Blatte hatte, begründet erscheint. Zwei kleine abgestorbene Gewebspartien unter dem Samen und etwas gelbliche Verfärbung unter verschmiertem Schleim waren vorhanden.

II. Am 10. Mai war die Wirkung schon sehr deutlich. Der Same lag randständig auf. Am 12. Mai ließ ich die in den Fig. 1 *a* und 1 *b* vorliegenden Bilder machen. 1 *a* zeigt die eingesunkene, im Mittelpunkt schon aus abgestorbenem Gewebe bestehende Stelle von der Blattunterseite aus gesehen, 1 *b* von der Oberseite. Unter dem Mistelsamen, dessen Embryonen ausgekeimt haben, gebräuntes, abgestorbenes Gewebe, im Umkreise eine gelbliche Verfärbung.

III. Am 10. Mai war das Eintreten der Reaktion um die zwei nebeneinander ausgelegten Mistelsamen schon sicher erkennbar, am 24. Mai trat sie sehr deutlich hervor.

IV. Am 10. Mai zeigte das oberhalb des Spreitengrundes belegte, noch jüngere Blatt keine Reaktion; am 24. Mai war sie überaus deutlich. Unter dem Samen lag abgestorbenes, tief gebräuntes Gewebe, von ihm aus ging die Verfärbung besonders spitzenwärts weiter. Zuerst traten rote und gelbe Farbentöne, wie bei herbstlicher Verfärbung auf, dann starb das ganze Gewebe ab (vgl. Fig. 2, Taf. I).

Dieses Absterben der weiteren Blattabschnitte ist aber nur indirekte Folge des aufgelegten Mistelsamens. Durch ihn ist zunächst nur das unter ihm liegende Gewebe abgetötet worden, da er aber dem Mittelnerv auflag, wurde auch das Gewebe dieser Leitbahn geschädigt und sodann auch die Wasserversorgung des oberen Blatteiles unterbunden, daher er verdorren mußte. Das gleiche wurde auch schon an Blättern der ersten Versuchsreihe beobachtet.

V. Das Blatt dieser Pflanze war gleichfalls am Grunde der Blattspreite belegt worden. Am 10. Mai war oberseits schon eine gelbliche Verfärbung, unterseits Eingesunkensein des Gewebes bemerkbar. Am 13. Mai wurde die in Fig. 3, Taf. I vorliegende Abbildung des unteren Blatteiles angefertigt. Unter dem Samen und seitlich trat schon gebräuntes, abgestorbenes Gewebe hervor und gelbliche Verfärbung in der Umgebung verschmierten Schleims. (Die weitere, graugrüne Färbung im Umkreis des Samens ist natürliche Blattfärbung und nicht durch den Mistelschleim verursacht.)

VI. Am 10. Mai begann die Reaktion an der belegten Stelle des Blattrandes sichtbar zu werden, am 24. Mai war selbe sehr deutlich.

VII. An dem Blatte wurden zwei Samen ausgelegt, einer ungefähr inmitten, der andere mehr gegen den Rand. Am 10. Mai waren Anzeichen der örtlichen Schädigung vorhanden, ganz ausgesprochen lagen sie am 18. Mai vor, an dem das Bild Fig. 4, Taf. I angefertigt wurde. Man sieht, daß unterhalb der Samen gebräuntes abgestorbenes Gewebe vorhanden ist, findet solches aber auch in der Bucht am Grunde der Spreite und kann überhaupt verfolgen, daß, wo Mistelschleim lagerte, ebenfalls Absterben von Gewebe oder doch, als vorangehende Reaktion, gelbliche Verfärbung desselben sich bemerkbar macht. Besonders belehrend wird das Objekt, weil an ihm der Schleim mehrfach zu Fäden ausgezogen erscheint und ersichtlich ist, daß auch unter den Schleimfäden die Gewebe verfallen.

Aus beiden Versuchen geht hervor, daß die Reaktionen an den Blättern verhältnismäßig rasch erfolgen. Im zweiten Versuch waren sie am achten Tage nach dem Auslegen der Mistelsamen schon vielfach vorhanden, ja sehr wahrscheinlich wären sie schon in kürzerer Frist erkennbar gewesen.

Die gleichen *Pelargonium*-Pflanzen wurden noch einer Reihe weiterer Versuche unterzogen, die aber fast nur negative Ergebnisse brachten und die ich nur ganz kurz erwähnen will. Ein Teil derselben zielte dahin, ob es gelänge durch andere Kolloide (Pflanzenschleime, Gelatine) die gleichen Erscheinungen an den Blättern hervorzurufen. So wurden: 1. Auf markierte Blätter am 3. Mai 16 Tropfen ziemlich dünnflüssiger Gelatine aufgesetzt. Sie trockneten zu einer dünnen Kruste ein, eine Schädigung des daruntergelegenen Blattgewebes erfolgte nicht. 2. Am 16. Mai wurden vorgequollene Samen von *Lepidium*, die bekanntlich eine Schleimepidermis haben, in Gruppen zu mehreren bis vielen auf Blätter ausgelegt. Auch dieser Schleim trocknete ein und zog sich zu Fäden zusammen, die, wie Füßchen radiär ausstrahlend, die Samen umgaben. Das Blattgewebe zeigte keine Erkrankung. 3. Gequollene Samen von *Linum usitatissimum* wurden am 25. Mai in kleineren oder

größeren Gruppen Blättern aufgelagert. Die Schleimhülle der Samen trocknete rasch ein, die darunter liegenden Blattgewebe blieben ohne jede Schädigung.[1] 4. Am 19. Juni 1916 wurden aus sterilisierter Gelatine von ungefähr der gleichen Konsistenz wie die zu mikroskopischen Zwecken verwendete Glyzeringelatine, kleine Würfelchen in drei verschiedenen Größen geschnitten und, um besseres Haften zu erzielen, etwas erwärmt und dann auf *Pelargonium*-Blätter gebracht. Die verwendeten beiden *Pelargonium*-Stöcke standen zuerst im kühleren und feuchteren N-Gewächshaus, später vor einem der Fenster (*S*) meines Arbeitszimmers. Die Blätter blieben dauernd gesund, auch unter der Gelatine blieb das Gewebe lebend, ohne eine Spur von Schädigung; der größte Gelatinewürfel hatte bei 5 *mm* Seitenlänge.

Das Mißlingen dieser Versuche dürfte zumeist in der ungeeigneten Konsistenz oder in dem zu rasch erfolgten Eintrocknen der verwendeten Kolloide begründet sein. Ein mit dem Schleim der Beeren der Aroidee *Anthurium scandens* nachträglich ausgeführter Versuch hatte dann Erfolg. Über die genannte Pflanze und ihren Schleim wolle man die näheren Angaben in der nachfolgenden Abhandlung p. 873 vergleichen. Am 12. April 1917 wurde der Schleim einer Beere einem Blatte von *Pelargonium inquinans* aufgelegt und durch Zugabe von etwas Wasser verdünnt. Das *Pelargonium* kam unter eine große Glasglocke, um das Eintrocknen des Schleims zu verhindern. Schon am 20. April war um den Schleimbelag eine gelbliche Verfärbung des Blattes bemerkbar und ein Weitergreifen derselben durch einen Sektor des Blattes bis an den Rand. Auf der Unterseite war, entsprechend dem Schleimbelag oberseits, ein Einsinken des Gewebes zu erkennen. Am 29. April war das Gewebe unter dem Schleim abgestorben, der früher gelb verfärbte Blattsektor hat eine orange Tönung gewonnen. Später starb er ganz ab. In diesem Weitergreifen der Reaktion liegt wie bei den Versuchen mit Mistelschleim an Blättern von *Pelargonium* und *Impatiens*

---

[1] Vielleicht infolge zu großen Alters der Leinsamen war die Schleimentwicklung keine gute; der Schleim schien sich bald zu zersetzen.

(vgl. das Folgende), nur die indirekte Wirkung des Schleims vor, die aus der gehemmten Wasserzufuhr nach dem betreffenden Blattabschnitt durch direkt geschädigte, unter dem Schleim gelegene Leitstränge, bewirkt erscheint. Am 18. April wurde noch einem zweiten Blatte der gleichen *Pelargonium*-Pflanze der Schleimklumpen aus einer Beere von *Anthurium scandens* aufgelegt. Eine Verdünnung mit Wasser wurde in dem Falle unterlassen, so daß der Schleim infolge seiner Konsistenz verhältnismäßig wenig innige Berührung mit dem Blatte hatte. Die Reaktion des Blattes erfolgte in dem Falle spät. Am 29. April war eine solche noch nicht erkennbar. Der Schleim war inzwischen unter einer Decke von *Aspergillus*, der sich auf ihm eingenistet hatte, stark zusammengesunken. Schließlich starb aber auch hier Gewebe an einer einige Quadratmillimeter umfassenden Stelle unterhalb des Schleims ab (Befund am 6. Mai).

Von Interesse ist es immerhin, daß dieselben Erscheinungen, die durch die Wirkung des Mistelschleims erzielt worden waren, nun auch durch einen anderen Pflanzenschleim hervorgerufen werden konnten. Der Versuch aber, durch einen aufgelegten Tropfen dickflüssigen Gummiarabikums an einem Blatte ähnliche Wirkungen zu erzielen, mißlang wieder. Der Tropfen wurde am 21. April aufgelagert, blieb unter der Glocke längere Zeit flüssig, war auch am 29. April zwar weitgehend, aber nicht völlig eingetrocknet, doch fehlte noch am 6. Mai jede Spur einer Schädigung des Blattes und irgend einer Reaktion.

Erwähnenswert sind noch folgende Versuche. Am 19. Mai 1916 wurden zwei Blätter von *Pelargonium* mit je einem ausgekeimten Samen von *Viscum* belegt. Auf das eine Blatt kam ein Same mit voller Schleimhülle, auf das andere einer, von dem die Schleimhülle tunlichst entfernt worden war. Auf dem ersteren Blatte war die erste Reaktion, Gelbfärbung unter dem Samen, am 1. Juni vorhanden, am 12. Juni die Schädigung des Blattes weit gediehen. Da der Same oberhalb eines der Hauptnerven lag, war nicht nur unterhalb des Samens als unmittelbare Wirkung

des Mistelschleims das Gewebe abgestorben, sondern es vertrocknete infolge unterbundener Wasserzufuhr auch der ganze Blatteil der entsprechenden Seite. Durch den schleimfreien Samen hingegen erfolgte keine Schädigung des belegten Blattes.

Als Ergänzung zu diesem Versuche können die beiden folgenden dienen, die am 11. April 1917 eingeleitet wurden. Verwendet wurde die gleiche *Pelargonium*-Pflanze, mit der die Versuche mit dem Schleim der Beeren von *Anthurium scandens* durchgeführt wurden.

A. Auf ein Blatt wurde etwas Schleim allein aus einer Mistelbeere mit noch ungekeimten Samen ausgelegt.

B. Ein quadratisches Stück der Beerenhaut und der ihr anhaftenden Zellagen wurde mit der Innenseite der Oberseite eines *Pelargonium*-Blattes aufgelegt.

Das Ergebnis war: In *A* war an dem Blatte schon am 17. April (am sechsten Tage!) unter dem Schleim beginnende gelbliche Verfärbung im durchfallenden Lichte bemerkbar, am 20. April unterseits auch schon das Eingesunkensein des Gewebes. An dieser Stelle, dem Zentrum des Schleimklümpchens entsprechend, war am 6. Mai das Gewebe auf einer Fläche von etwa 2 mm^2 abgestorben; im weiteren Umkreis, wo der Schleim nur in geringer Menge verschmiert der Oberfläche des Blattes anhaftete, war gelbliche Verfärbung im durchfallenden Lichte sichtbar.

An dem Blatte in *B* blieb bis 23. April jede Reaktion aus und war auch am 7. Mai, als der Versuch aufgelassen wurde, nur eine Spur einer solchen vorhanden. Zum Absterben von Gewebe kam es in dem Falle überhaupt nicht und war die geringe Andeutung einer Wirkung nur im Umkreise der ausgelegten Beerenhaut vorhanden: punktförmige, im durchfallenden Lichte beobachtbare gelbliche Flecken.

Nach den Untersuchungen von Tomann[1] besteht »der Schleimkomplex von *Viscum album* aus zwei verschiedenen

---

[1] »Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleims von *Viscum album* L. und *Loranthus europaeus* L. und dessen biologische Bedeutung (diese Sitzungsberichte, 115. Bd., 1906, p. 365).

Schleimarten: einer Zelluloseschleimschicht, welche vornehmlich die äußere, und einer Pektoseschicht, welche die innere Schleimschicht bildet«. Diese Schichten trennen sich beim Drücken der Beere und die innere erscheint als die besonders klebrige und fadenziehende Viscinschicht. Der Versuch *B* zeigt, daß die äußere, an der Beerenhaut verbleibende Schleimschicht (der Zelluloseschleim nach Tomann) keine Schädigung des Blattgewebes verursacht; die geringen im Umkreis des Beerenhautstückes aufgetretenen Reaktionen sind offenbar auf adhärierend gebliebene Reste der inneren Schleimmasse zurückzuführen. Der Versuch in *A* erweist die hohe Wirksamkeit dieses Schleims (des Pektinschleims) und im Zusammenhalt mit dem Versuche, in dem ein schleimfreier Same mit ausgetretenem Keimling verwendet wurde, ohne daß darauf Schädigung eingetreten wäre, daß die Schädigung überhaupt speziell dem Schleim und gewiß vor allem dem Pektinschleim (einem echten Schleim nach Tschirch)[1] zuzuschreiben ist.

Als zweite Versuchspflanze wurde *Impatiens balsamina* benutzt. Im Februar etwa aufgegangene Topfpflanzen, die dementsprechend frühzeitig in Blüte getreten waren, wurden am 18. Mai 1916 an acht Blättern mit je einem ausgekeimten und die volle Schleimhülle besitzenden Samen der Mistel belegt. Von den verwendeten vier Pflanzen standen während des Versuches zwei im sonnigen und trockenerem S-Haus, zwei aber im bedeutend feuchteren N-Haus. Das Auslegen der Samen erfolgte oberseits, teils an dem Blattrand, teils in der Mitte des Blattes auf den Mediannerv, teils in einer der Spreitenhälften. Jedes der Blätter ließ die Wirkung des Mistelschleims früher oder später erkennen. Die Schädigung entsprach in der Hauptsache vollständig derjenigen, die an den *Pelargonium*-Blättern schon beschrieben wurde. Schneller war das Eintreten der Wirkung im S-Haus zu beobachten, was offenbar mit der größeren Lufttrockenheit, die in diesem herrschte, zusammenhängt. So ist das Bild in Fig. 4, Taf. II, mit der sehr deutlichen Reaktion des Blattes, schon am

---

[1] Tschirch, »Angewandte Pflanzenanatomie«, Wien und Leipzig 1889, p. 193.

29. Mai gemacht worden, während im N-Haus am 28. Mai an drei Blättern eine solche noch fehlte und nur am vierten ihr Einsetzen schon erkennbar war. Auch bei der Balsamine war das erste Hervortreten der Wirkung an der Unterseite des Blattes zu verfolgen und äußerte sich in einem Einsinken des Gewebes, dem späterhin sein Absterben und schwarze Verfärbung folgte. In Fig. 1, Taf. II ist eine solche Reaktion auf früher Stufe von der Unterseite des Blattes dargestellt (angefertigt 8. Juni). Vorgeschrittener und ausgedehnter zeigt sie sich in Fig. 4, Taf. II, wo durch die abgestorbene Gewebepartie auch eine Einknickung des Spitzenteiles des Blattes erfolgte. In letzterer Figur, sowie in Fig. 3, Taf. II (ebenfalls von der Blattunterseite, gezeichnet 10. Juni) tritt auch eine leichte Rötung in der Umgebung der absterbenden Gewebe hervor, die auf Anthocyanbildung beruht und bei der Balsamine mehrfach beobachtet wurde.

Auf der Blattoberseite bleibt das zunächst geschädigte Gewebe unsichtbar, weil es durch den Mistelsamen gedeckt wird. Erst späterhin, nachdem alles Gewebe, so weit der Schleim reichte, abgestorben ist, tritt es durch seine Braunfärbung deutlicher hervor (Fig. 2, Taf. II, gezeichnet 7. Juni) und auch bei der Balsamine reicht das Zugrundegehen des Gewebes weiter, aber als indirekte Wirkung, wenn der dem Mittelnerv aufliegende Same die Wasserleitung nach bestimmten Blatteilen durch örtliche Zerstörung der Leitungswege unterbunden hat. So ist in dem in Fig. 5, Taf. II dargestellten Blatte (gezeichnet 23. Juni) sowohl das Vertrocknen und die Verfärbung der Blattspitze als auch das in größerer Breite seitlich erfolgte Absterben des Gewebes auf solche indirekte Wirkung zurückzuführen.

Die anatomische Untersuchung der geschädigten Blätter ergab wenig Besonderes. Von *Pelargonium* wurde zunächst das nur streng örtlich geschädigte, in Fig. 1, Taf. I abgebildete und dann in Alkohol konservierte Blattstück untersucht. An der dem makroskopischen Befund nach als »eingesunken« bezeichneten Stelle fanden sich geschrumpfte, entleert aussehende Zellen, deren Inhalt bis auf geringe Reste zerfallen war. Die Zellmembranen waren teilweise gebräunt, vor allem

erschienen aber alle Gefäßbündel so. Der Zerfall der Chromatophoren erstreckte sich auch schon weiter auf die nächste Umgebung, wo ein Schrumpfen des Gewebes noch nicht bemerkbar wurde. In weiterer Entfernung vom Orte, wo der Mistelsame gelegen hatte, war das Gewebe völlig normal, der Plasmabelag in Palisaden- und Schwammparenchymzellen der Wand eng anliegend, die ihm eingebetteten Chlorophyllkörner gut erhalten. Untersucht wurde dann das in Fig. 2, Taf. I dargestellte, ebenfalls in Alkohol aufbewahrt gewesene Blatt. Hier waren im Mittelpunkt Schrumpfung und Bräunung des Gewebes verstärkt, in den seitlichen Lappen aber fehlten diese Erscheinungen, doch sahen die Zellen völlig inhaltslos aus, von Chromatophoren war keine Spur zu sehen. Das dem Tode geweihte Blatt hatte sich so vollständig entleert, wie es Blätter im Herbste vor dem Laubfall tun.

Von der Balsamine wurde das in Fig. 4, Taf. II abgebildete Blatt untersucht. Der mehr am Umkreis der geschädigten Stelle geführte Querschnitt zeigte Schrumpfung der Zellen nur wenig ausgesprochen, Bräunung der Zellwandungen da und dort, allgemeiner der Gefäßbündel. Sehr kennzeichnend war der Verfall der Protoplasten. Erst in weiterer Enfernung führten die Zellen gut erhaltene Chlorophyllkörner. Von diesen Stellen gab es Übergänge mit krümmeligen Resten des Chlorophylls bis zu völlig leer aussehenden Zellpartien. Diese erschienen am durch den Alkohol entfärbten Blatt im durchfallenden Lichte — abgesehen von den gebräunten Partien — wie Glas durchsichtig.

B. Versuche mit Sprossen.

Zu wiederholten Malen (19. November 1913, 9. Februar 1915) hatte ich die Sprosse einer größeren Anzahl von Topfpflanzen des *Pelargonium inquinans* mit Mistelsamen belegt, mit der Absicht, ein bequemes Objekt zum Studium des Eindringens des ersten Senkers zu gewinnen. Die Versuche schlugen alle fehl; wenn sich auch die Haftscheibe eines Keimes gut am Sprosse befestigt hatte, der Keim trocknete früher oder später ein. Wie die vorgenommene Untersuchung

zeigte, ist daran offenbar die früh einsetzende und reiche Korkbildung schuld, zu der die Sprosse dieses Pelargoniums befähigt sind und von der die Fig. 1, Taf. III eine Vorstellung geben soll. In der Korkbildung liegt offenbar eines der wirksamsten Mittel vor, das Pflanzen gegen den Befall durch die Mistel anwenden können. Infolge dieser Erkenntnis nahm ich schließlich das Auslegen der Mistelsamen in immer jüngeren Internodien vor, in denen die Korkbildung noch nicht eingesetzt hatte. Die Versuche von 1915 ließen aber mit ziemlicher Sicherheit erkennen, daß unter dem Einfluß der Mistelsamen und ihres Schleims die Korkbildung beschleunigt und örtlich im Umkreise der belegten Stelle einsetzt. Ihren Ausgangspunkt hat sie normal in der unter der Oberhaut zunächst liegenden Zellage. So ist in Fig. 2, Taf. III solcher Kork zu sehen, der unter dem ausgelegten Mistelsamen entstand, während auf der entgegengesetzten Seite des Sprosses noch keiner vorhanden war (Fig. 3, Taf. III).

In dem letzten Versuche dieser Art, den ich am 4. März 1916 einleitete und bei dem sieben Pflanzen mit vier bis fünf Samen einer Weißdornmistel belegt wurden, gelang es aber in ein paar Fällen Tötung des unter der belegten Stelle liegenden Gewebes zu erzielen, also einen ähnlichen Erfolg, wie ihn mit großer Regelmäßigkeit die ausgelegten Mistelsamen auf den Blättern derselben Pflanze hervorriefen. Auch bei diesem Versuche aber war häufiger noch eine normale Bildung von Oberflächenkork als Reaktion festzustellen.

Nur in zwei Fällen war die Wirkung des Mistelschleims so stark, daß, ehe der normale Abwehrvorgang einsetzen konnte, schon größere Gewebspartien abstarben und daß infolgedessen in anderer Weise dem Eindringling Halt geboten werden mußte.

An den Pflanzen III und VII wurden am 14. April, also 40 Tage nach dem Auslegen der Mistelsamen, unter diesen und unter den Haftscheiben der Keimlinge verfärbte Stellen von 2 bis 3 *mm* Durchmesser wahrgenommen, die makroskopisch den Eindruck einer Einsenkung machten. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß in der Tat hier die

Oberhaut und periphere Rindenlagen abgestorben, die erkrankten Gewebe aber nach innen zu durch eine in tieferen Zellagen entstandene Korkschicht schon unterfahren und abgegrenzt waren. So wäre dem Einbruch des Mistelkeims auch in dem Falle erfolgreich begegnet worden. Fig. 4, Taf. III bringt den Querschnitt, der durch den Stengel an der betreffenden Stelle gemacht wurde, zur Anschauung.

Auch an die Hypokotyle und das Epikotyl der Balsaminen, die ich im Februar aus Samen zog, legte ich später einige Mistelsamen zur Keimung aus. Bei der Kurzlebigkeit dieser einjährigen Pflanzen war natürlich an eine Einwurzelung der Mistel von vornherein nicht zu denken, höchstens Anfänge des Eindringens zu beobachten, lag im Bereich der Möglichkeit. Vor allem interessierte es mich aber, ob und welche Reaktionen an den belegten Sprossen sichtbar werden würden. An den durch Anthocyan intensiv rotbraun gefärbten Hypokotylen traten makroskopisch solche, die mit Sicherheit auf den Mistelkeim als auslösenden Faktor zurückgeführt hätten werden können, nicht hervor. Deutlich aber war die Wirkung zu erkennen, welche die angelegte Haftscheibe eines Keimlings am Epikotyl hervorgerufen hatte. Das am 30. Mai 1916 angefertigte, in Fig. 7, Taf. II vorliegende Bild zeigt klar, wie im die Haftscheibe umgebenden Gewebe Anthocyan aufgetreten ist, so daß sie von einem roten Hof umrahmt erscheint. Die anatomische Untersuchung des Objektes ergab ebenfalls, daß hier bemerkenswerte Reaktionen abgelaufen waren. Ein Querschnitt des Stengels, geführt in der Region der Haftscheibe, die sich beim Abschneiden vom Stengel loslöste, zeigte, daß das ihr zunächst liegende oberflächliche Gewebe abgestorben und geschwärzt war. Die ganze Region war ferner durch überaus reichliche Teilungen im tieferen Rindengewebe etwas emporgehoben. Diese vielen Teilungen, welche die zumeist großzelligen Rindenzellen eingegangen sind, bringt die Aufnahme in Fig. 5, Taf. III zur Anschauung. Den Gegensatz dazu zeigt eine Stelle aus demselben Schnitte, an der die Wirkung des Mistelkeims nicht mehr zur Geltung kam (Fig. 6, Taf. III). Zwischenliegend waren Übergangs-

stufen zu verfolgen, wo Zellteilungen noch, aber in beschränkter Zahl, abgelaufen waren.

Eine echte Korkbildung fehlte; das Vermögen dazu scheint der Balsamine abzugehen. Unter dem Samen mit der Schleimhülle traten an den Sprossen keine erkennbaren Wirkungen hervor; sicher blieb nur die unter der Haftscheibe, deren bemerkenswerte Eigentümlichkeiten beschrieben wurden. Durch das Absterben und Vertrocknen der peripheren Gewebe (wie aus Fig. 6, Taf. III hervorgeht, trifft dies vor allem die Oberhaut und das Kollenchym), die massenhaften Zellteilungen im großzelligen Rindenparenchym, von dem späterhin jedenfalls ein Teil ebenfalls abstirbt und eintrocknet, würde übrigens ein Eindringen des primären Senkers auch dann wahrscheinlich verhindert werden, wenn der Sproß von *Impatiens balsamina* von längerer Lebensdauer wäre.

Versuchen wir eine Zusammenfassung der Ergebnisse und zugleich eine kritische Erörterung derselben zu geben. Es gelang durch das Belegen von Blättern des *Pelargonium inquinans* und von *Impatiens Balsamina* mit Mistelsamen, die ihre volle Schleimhülle hatten, örtliche Tötung der darunter liegenden Gewebe zu erzielen. Reaktionen traten verhältnismäßig rasch ein, schon in 8 (extremerweise selbst 6) Tagen waren solche erkennbar. Zunächst wurde ein Einsinken des Gewebes an der Unterseite des oberseits belegten Blattes wahrgenommen, es folgte eine Verfärbung (gelblich bei *Pelargonium,* schwärzlich bei der Balsamine) und endlich Absterben der unter dem ausgelegten Samen befindlichen Gewebe. Die anatomische Untersuchung wies auf den raschen Verfall der Chromatophoren hin, insoferne als diese auch im Umkreise der zentralen Stellen, wo die Gewebe noch nicht geschrumpft waren, fehlten oder doch nur in krümmeligen Resten vorhanden waren. Von dieser direkten Wirkung des Belages ist als indirekte zu unterscheiden das Zugrundegehen von größeren Blattpartien, das dann

eintrat, wenn durch Zerstörung größerer unter den Samen gelegener Leitbahnen die Wasserzufuhr zu gewissen Blattabschnitten unterbunden wurde.

Durch die ausgedehnteren Versuche mit *Pelargonium* tritt klar hervor, daß diese Wirkung speziell dem Mistelschleim zuzuschreiben ist, denn erstens fehlte sie, wenn dem bereits angekeimten Samen, der ausgelegt worden war, die Schleimhülle genommen wurde; zweitens ließ sie sich vollends hervorrufen, wenn der Schleim eines noch nicht ausgekeimten Samens — nach Entfernung des letzteren — allein ausgelegt wurde. Es ließ sich ferner zeigen, daß diese Wirkung nicht der äußere, der Beerenhaut anhaftende Schleim, der ein Zelluloseschleim ist, hervorruft, sondern der innere, der eigentliche Viscinschleim, der ein Pektoseschleim ist.

Die Art der Wirkung liegt dabei offenbar auch in diesen Fällen in der physikalischen Beschaffenheit, in der kolloidalen Natur des Mistelschleims, wie ja auch in der vorausgehenden Abhandlung die Hemmung der Keimung von Samen auf Mistelschleim und die Schädigung der Keimlinge durch den letzteren auf diese Weise wohl am begründetsten ihre Erklärung fand. In erster Linie scheint es sich um osmotische Störungen und Wasserentzug aus den Geweben durch den Schleim zu handeln; in zweiter könnte auch an Schädigung der Gewebe durch Adsorption gedacht werden, denn bekanntlich sind die kolloidalen Substanzen durch die Fähigkeit, aus Lösungen Stoffe an sich zu reißen, ausgezeichnet.[1] Daß es die physikalische Beschaffenheit des Schleims ist, der die Wirkung zugeschrieben werden muß, findet einige Stütze auch darin, daß an den *Pelargonium*-Blättern die gleichen Erscheinungen wie durch den Mistelschleim auch durch einen anderen Pflanzenschleim, den Schleim der

[1] Vgl. Nathansohn, Der Stoffwechsel der Pflanzen. Leipzig 1910, p. 16 und 113.

Beeren von *Anthurium scandens*, hervorgerufen werden konnte.

Was die Störung der osmotischen Verhältnisse und eventuelle Schädigung durch Adsorption betrifft, so ist es einleuchtend, daß die Wirkung des Schleimes auf Blätter je nach dem osmotischen Druck, den ihre Gewebe haben und nach den Bauverhältnissen der Blätter große Verschiedenheiten aufweisen wird. Es ist daran zu erinnern, daß, wie in der vorausgehenden Abhandlung mitgeteilt wurde, an den Kotyledonen und den folgenden Blättern junger Kohlpflanzen durch ausgelegte Mistelsamen mit Schleim kein Zugrundegehen der darunterliegenden Blattgewebe eintrat. Es ist wahrscheinlich, daß in diesen Blättern ein relativ hoher osmotischer Druck vorhanden war, der dem Entzug von Wasser durch den Schleim entgegenwirkte. In diesem Sinne spricht auch die Beobachtung, daß an jüngeren Blättern von *Pelargonium* die Reaktionen später eintraten als an älteren. In anderer Hinsicht wird, wie kaum zu bezweifeln, eine starke Ausbildung der Kutikula und von Kutikularschichten Schutz gegen Schädigung gewähren. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei einer Ausdehnung der Versuche auf Pflanzen mit lederiger Beschaffenheit der Blätter keine Schädigung derselben durch das Belegen mit Mistelschleim allein oder mit Mistelsamen samt ihrer Schleimhülle eintreten dürfte.

Auch an den Sprossen von *Pelargonium inquinans* ließ sich in einigen Fällen Tötung der unter den mit ihrer Schleimhülle ausgelegten Mistelsamen befindlichen Gewebe erzielen, doch gelang dies nur an verhältnismäßig noch sehr jungen Sproßinternodien. *Pelargonium inquinans* ist durch eine sehr früh eintretende und reichliche Bildung von Oberflächenkork ausgezeichnet und Korkbildung ist offenbar eines der wirksamsten Abwehrmittel der Pflanzen gegen den Mistelbefall. Auch an noch korklosen Sprossen trat mehrfach örtlich unter dem ausgelegten

Schleim vorzeitig Bildung von Oberflächenkork ein und selbst in den beschränkten Fällen, wo die Epidermis und die nächsten Rindenzellagen unter der Einwirkung des Schleims getötet wurden, ehe die subepidermale Zellage, aus der der Oberflächenkork seinen Ursprung nimmt, mit der Korkbildung einsetzen konnte, wurde durch Korkbildung in den tieferen Zellagen der Rinde für Abschluß der geschädigten Stelle gesorgt.

Am Hypokotyl der Balsamine ausgelegte Mistelsamen haben zu keinen Reaktionen geführt, die sicher als Wirkung des Mistelschleims hätten gedeutet werden können. Deutlich trat eine solche nur unter der angepreßten Haftscheibe eines Mistelkeimlings hervor, der einem am Epikotyl ausgelegten Samen entstammte. Um die Haftscheibe zeigte der Sproß eine auffällige Häufung von Anthocyan in den Zellen. Die mikroskopische Untersuchung erwies, daß Epidermis und Kollenchym unter der Haftscheibe abgestorben und in den tieferen großzelligen und überdies hyperhydrisch erweiterten Parenchymlagen reichlichst Zellteilungen erfolgt waren. Zur Korkbildung ist *Impatiens balsamina* offenbar nicht befähigt.

Das Ausbleiben deutlicher Reaktionen an den Hypokotylen von *Impatiens* kann auf relativ hohem osmotischem Druck des Gewebes beruhen, das durch sehr hohen Anthocyangehalt normalerweise ausgezeichnet ist.[1] Ob die verstärkte und eigenartige Reaktion, die an einem Epikotyl unter der angepreßten Haftscheibe festgestellt wurde, auch nur auf osmotische Störung, bewirkt durch das eigenartige schleimige Sekret zurückführbar ist oder ob hier auch eine Giftwirkung im Spiele steht, bleibt offen. Es ist in

[1] Vgl. darüber auch Wagner »Entwicklungsänderungen an Keimpflanzen. Ein Beitrag zur experimentellen Morphologie und Pathologie (Denkschriften der Kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien, Mathem.-naturw. Klasse, 94. Bd. [1917], p. 33).

der vorangehenden Abhandlung darauf hingewiesen (vgl. p. 867), daß hinsichtlich dieses Sekretes am ehesten auch an Giftwirkung gedacht werden kann.

Außer engerem Zusammenhang mit dem bisher Mitgeteilten möchte ich anhangsweise noch einer Beobachtung Erwähnung tun, die mir gelegentlich der Versuche im Vorjahr mehrfach begegnete und auch bei den im Jahre 1917 durchgeführten Versuchen zur Mistelkeimung wieder unterlief. Es ist dies der auffallende Farbenunterschied, den die Keimlinge eines und desselben Mistelsamens wiederholt aufwiesen. Die Erscheinung ist aber durchaus keine allgemein verbreitete, sondern bei den vielen Hunderten ausgelegter Mistelsamen von den verschiedensten Pflanzen begegnete sie mir nur bei den Samen von ein bis zwei Büschen. Mit voller Bestimmtheit weiß ich nur, daß sie bei einer auf *Crataegus Oxyacantha* stehenden Mistel sowohl im vorigen als in diesem Jahre vorkam. Zweifelhaft schwebt mir vor, als ob das Gleiche auch bei einer Lindenmistel unterlaufen wäre. Zur Erläuterung der Sache dient die Fig. 6, Taf. II, die das Hypokotyl einer Balsamine mit anhaftendem Mistelsamen, der zwei Keimlinge austreten ließ, vorführt. Das Bild (31. Mai 1916 gemacht) läßt erkennen, daß das Hypokotyl des einen Keimlings normal grün gefärbt erscheint, während das des zweiten kaum einen Stich ins Grüne erkennen läßt, sondern gelb erscheint. Das Gleiche sah ich häufig bei den im Vorjahre durchgeführten Versuchen über die Giftwirkung der Mistelkeimlinge auf Birnbäume, zu denen gleichfalls Beeren der genannten *Crataegus*-Mistel verwendet wurden. Besonders auffällig ist die Erscheinung bei zweiembryonigen Samen, doch sei gleich erwähnt, daß die beiden Embryonen eines Samens auch beide tiefgrün oder beide hellgelblich gefärbt sein können, wie auch, daß der Keimling eines einembryonigen, durch die helle gelbliche Färbung seines Hypokotyls ausgezeichnet erscheint.

Bei 1917 durchgeführten Thermostatenversuchen, die das Ermitteln des Temperaturmaximums, das die Mistelkeimung

zuläßt, bezweckten, wurden in einem Falle wieder die Samen der *Crataegus*-Mistel verwendet. Dabei wurde beobachtet, daß auch schon die Samen, die solche in der Färbung verschiedene Embryonen enthalten, hälftenweise verschiedenfärbig sein können. Ich ließ am 28. März das in Fig. 8, Taf. II vorliegende Bild dreier Samen anfertigen. Der mittlere, in der Keimung vorgeschrittene war grün, hatte einen gelblichen und einen grünen Keimling, die rechts und links befindlichen Samen waren aber an der Seite des gelblichen Keimlings selbst gelblichbraun gefärbt, nur ungefähr in der einen Hälfte grün. Ich gewann den Eindruck, daß die gelblich gefärbten Embryonen weniger Lebensenergie betätigen und vielleicht kann in diesem Sinne auch gedeutet werden, daß die grünen Keimlinge in Fig. 8 sichtlich die in der Keimung vorgeschrittenen sind.

Eine Erklärung für diese Beobachtungen zu geben, ist zurzeit nicht möglich. Der Deutungen sind verschiedene möglich. Ich will einige anführen. Eine wäre die, daß sich in der Färbung des Keimlings vielleicht schon das Geschlecht der künftigen Mistelpflanze ausprägt. Es wäre dies also die Ausprägung eines sekundären Geschlechtscharakters, was nicht uninteressant wäre. In der Literatur finden sich mehrfach Angaben, daß die männlichen Mistelpflanzen ein helleres, mehr gelbliches Grün haben. Das trifft teilweise vielleicht zu, aber gewiß nicht allgemein. Diese Frage ist durch den Versuch lösbar, aber in der Durchführung einigermaßen umständlich und die Lösung erst nach Jahren erzielbar. Es ist möglich, daß ich den Versuch durchführe. Vielleicht die größte Wahrscheinlichkeit hat die Auffassung, daß die gelblichen Embryonen nur der Ausdruck einer ungenügenden Ernährung seien. Das wäre besonders bei dem Wettbewerb zwischen mehreren Embryonen im gleichen Samen verständlich, ließe sich aber auch für Samen mit nur einem Keimling verstehen. Freilich liegt aber für den üppigen Busch an der *Crataegus*-Mistel keine Ursache zur Annahme vor, daß gerade bei ihr die Nötigung für einen Kampf der Embryonen um die zum Aufbau dienenden Nährstoffe vorhanden wäre.

Endlich kam mir auch die Erwägung, ob die gelblichen Embryonen nicht etwa solche sind, die aus einer Kreuzung hervorgegangen wären, wobei die gelbliche Färbung und anscheinend geringere Lebenstüchtigkeit als Folgen der Bastardierung erschienen. Die *Crataegus*-Mistel steht nämlich im System bei den *Santalales*; der Weißdorn trägt mehrere, sowohl weibliche als männliche Misteln, aber anstoßend befindet sich eine Föhre mit einer männlichen Mistelpflanze, so daß Gelegenheit zur Kreuzung zwischen der Laubholz- und der Föhrenmistel leicht geboten erscheint. Dann könnte man vielleicht die in Fig. 8 dargestellten, gewissermaßen panachierten oder scheckigen Samen auf Grund der Doppelbefruchtung als Xenien auffassen; es würde dann auch das Endosperm seinen Ursprung aus einer Kreuzung durch einen ähnlichen abweichenden Farbenton wie der so erzeugte Embryo zum Ausdruck bringen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Blätter und Blattstücke von *Pelargonium inquinans*, die mit Mistelsamen samt Schleimhülle oberseits belegt wurden und unter denen sowohl, als auch unter verschmierten oder ausgezogenen Partien des Schleims, Gewebe abstarben. Einzelheiten im Texte.

Fig. 1 *a* und 1 *b*, dasselbe Blattstück von der Unter- und der Oberseite gesehen. Braun das abgestorbene Gewebe, bei 1 *b* zumeist durch den aufliegenden Samen mit den zwei Embryonen verdeckt. Reaktion im weiteren Umkreise durch gelbliche Verfärbung erkennbar.

» 2. Kleineres, in der Mitte mit dem Mistelsamen belegtes Blatt; unterhalb des Samens das tiefgebräunte Gewebe als direkte Wirkung des Schleims abgestorben. Das Verdorren des Spitzenteils und das Vergilben der übrigen Blatteile sind indirekte Wirkungen, dadurch hervorgerufen, daß durch Schädigung der Leitbündel unterhalb des Samens die Wasserversorgung, vor allem des Spitzenteils, unterbunden wurde.

» 3. Basaler Teil einer Blattspreite. Unter dem Mistelsamen abgestorbenes Gewebe, im Umkreise gelbliche Verfärbung.

» 4. Mit zwei Mistelsamen belegtes Blatt, Reaktionen unter diesen aber auch unter Partien zeigend, wo verschmierter oder fädig ausgezogener Mistelschleim vorhanden war.

Tafel II.

Fig. 1 bis 5. Blätter und Blattstücke von *Impatiens balsamina*, die Wirkungen zeigend, die durch das oberseits erfolgte Auslegen von Mistelsamen mit Schleim auftraten. Einzelheiten im Texte.

» 1. Die Reaktion auf früher Stufe an der Unterseite des Blattes. Wo der Same oberseits aufliegt, unterseits eingesunkenes, abgestorbenes und geschwärztes Gewebe.

» 2. Mittlerer Teil eines Blattes von der Oberseite (daher auch der Mistelsame mit den zwei ausgetretenen Embryonen sichtbar) mit vorgeschrittener Reaktion; das Gewebe nicht nur unter dem Samen, sondern im weiteren Umkreis, so weit der Schleim reichte, abgestorben und braun verfärbt.

» 3. Basale Blatthälfte mit vorgeschrittener Reaktion von der Unterseite. Im Umkreis der abgestorbenen Gewebe tritt in den Zellen Anthocyan auf.

Fig. 4. Dieselben Verhältnisse wie in Fig. 3. Das abgestorbene Gewebe ist beiderseits des Mittelnervs vorhanden, der Spitzenteil des Blattes hatte sich nach unten eingeknickt.

» 5. Ein ganzes Blatt von oben, mit sehr vorgeschrittener, teils primärer, teils sekundärer Reaktion. Vgl. Text p. 824.

» 6. Hypokotyl von *Impatiens balsamina* mit anhaftendem Mistelsamen, der zwei Embryonen auskeimen ließ. Das Hypokotyl des einen normal grün, das andere fast rein gelb.

» 7. Epikotyl von *Impatiens balsamina* mit ausgekeimtem Mistelsamen. Um die Haftscheibe des Keimlings tritt am Sproß der Balsamine eine Häufung von Anthocyan enthaltenden Zellen deutlich hervor.

» 8. Drei im Auskeimen begriffene Mistelsamen mit je zwei Embryonen, die durch verschiedene Färbung ausgezeichnet sind: der eine mit normal grünem Hypokotyl, der andere mit gelbgrünem oder rein gelbem. Die beiden seitlichen Samen selbst halbseitig grün, halbseitig mehr oder minder gelb bis gelbbraun.

Tafel III.

Fig. 1. Der am Umfang liegende Teil eines Querschnittes durch den Sproß von *Pelargonium inquinans*, um die starke Peridermbildung, die dieser Pflanze eigen ist, zu veranschaulichen. Vergr. 120.

» 2 und 3. Beide aus dem Querschnitt eines jugendlichen Sprosses des gleichen Pelargoniums. Fig. 2 von der Seite, wo ein Mistelsame ausgelegt gewesen und als Folge dessen Korkbildung eingetreten war, Fig. 3 von der Gegenseite, wo kein Mistelsame aufsaß und Korkbildung noch fehlte. Vergr. 50.

» 4. Teil eines Querschnittes durch den Sproß von *Pelargonium inquinans*. Das junge Sproßglied war mit einem Mistelsamen belegt worden, was zum Absterben der Epidermis und darunter liegender Rindenlagen führte. Durch Korkbildung, die, wie das Bild zeigt, in tieferen Rindenschichten eintrat, wurde das geschädigte Gewebe begrenzt. Vergr. 20.

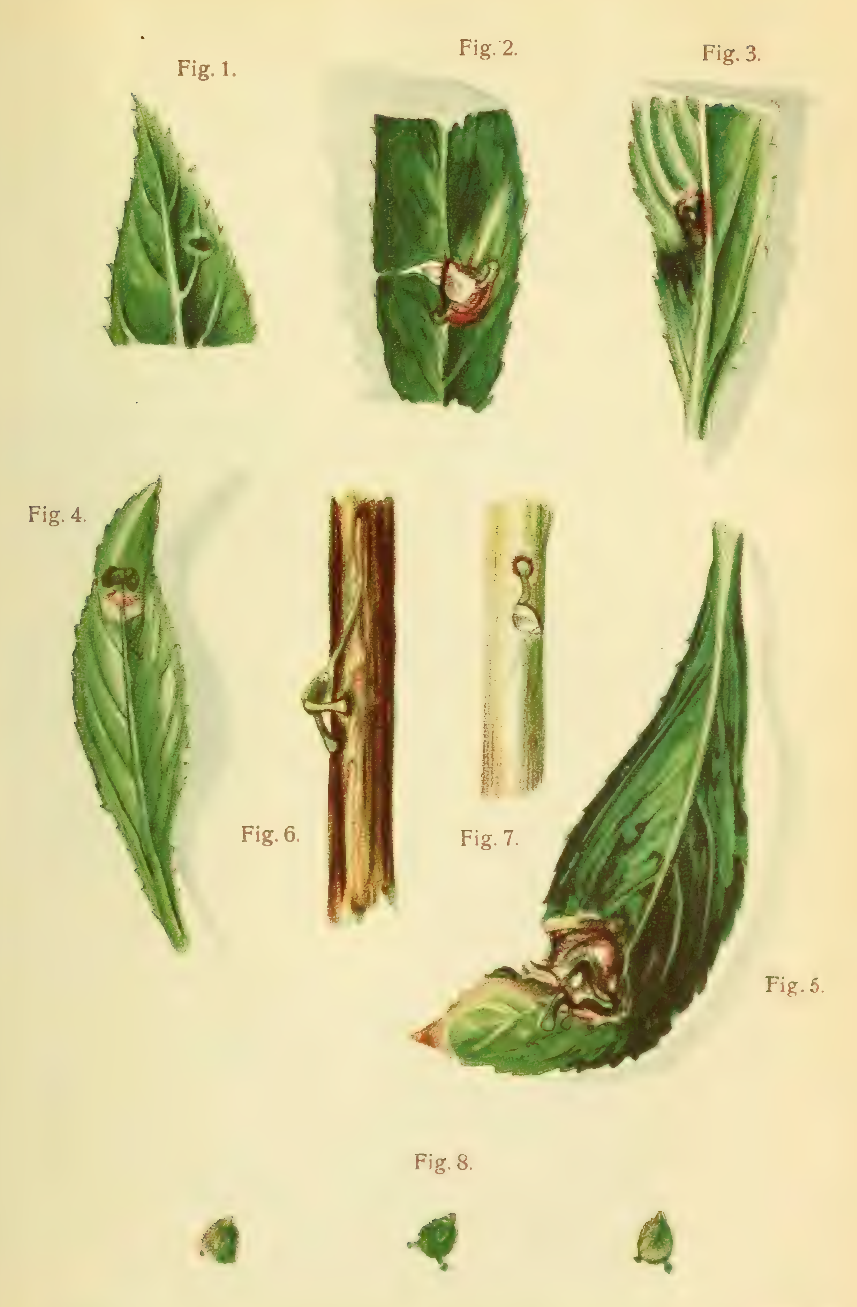
» 5 Teil eines Querschnittes durch jenes Epikotyl von *Impatiens balsamina*, das die Fig. 7, Taf. II vorführt; der Schnitt wurde in der Region der Haftscheibe des Mistelkeimlings geführt. Man sieht die unter der Haftscheibe gelegenen abgestorbenen Gewebeteile (Epidermis, Kollenchym) und das hyperhydrisch entwickelte tiefere Parenchym, in dem außerordentlich zahlreiche Zellteilungen abgelaufen sind.

» 6. Ein anderer Teil des gleichen Querschnittes, von dem auch Fig. 5 gewonnen wurde. Vergr. 50. Die Wirkung des Mistelkeimlings kam hier nicht mehr zur Geltung und die Gewebe bewahrten die normale Beschaffenheit. Man unterscheidet Epidermis, Kollenchym und großzelliges Parenchym. Vergr. 50.



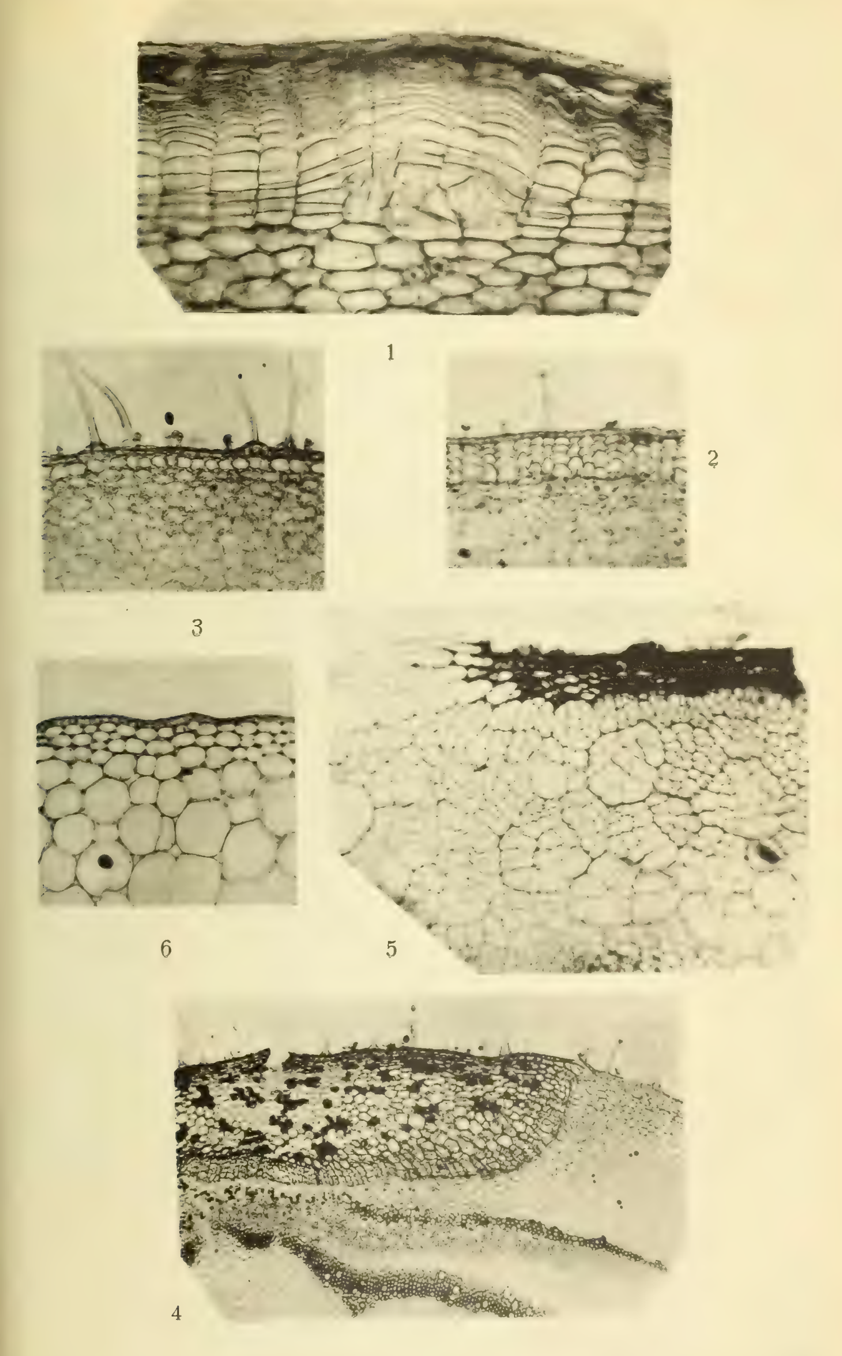
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien





Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Prof. Ad. Wagner, phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien



Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 10. Heft

(Mit 6 Tafeln und 35 Textfiguren)



Wien, 1917
Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei
In Kommission bei Alfred Hölder
k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler
Buchhändler der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften

Inhalt

des 10. Heftes des 126. Bandes, Abteilung I der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse:

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Sitzungsberichte

Abteilung I

Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physische Geographie und Reisen

126. Band. 10 Heft

Warum die Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht oder nur schlecht keimen

Von

E. Heinricher

k. M. K. Akad.

Aus dem Botanischen Institut der Universität Innsbruck

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1917)

Daß die Samen von Pflanzen, die unter normalen Bedingungen rasch keimen, auf Mistelschleim nicht oder nur unvollkommen zu keimen vermögen, hat Wiesner[1] gezeigt. Die Anregung zu den entsprechenden Versuchen gab ihm die Annahme, daß im Schleime der Mistelbeeren ein »Hemmungsstoff« vorhanden sei, der während der »Ruheperiode« der Mistelsamen ihre Keimung auch dann verhindert, wenn den Samen sonst günstige Keimungsbedingungen geboten werden. Wie ich[2] kürzlich nachzuweisen vermochte, haben aber die Samen der Mistel keine durch innere Bedingungen bewirkte, also wahre Ruheperiode, und gelingt es nunmehr, bei richtiger Darbietung der Außenbedingungen, sie jederzeit in zwei bis drei Tagen zur Keimung zu bringen, ja der Keimbeginn

[1] »Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. (IV.) Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*«. (Diese Ber.; mathem.-naturw. Klasse, Bd. CM, Abt. I, 1894.)

[2] »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)«. (Diese Ber., 125, Bd. 1916.)

kann innerhalb 24 Stunden einsetzen. Darauf einzugehen ist übrigens hier nicht weiter nötig, nur muß hervorgehoben werden, daß damit und durch noch speziellere Versuche,[1] die meine eben erwähnte Abhandlung enthält, die Annahme Wiesner's, daß im Mistelschleim ein besonderer Stoff enthalten sei, der auf die Keimung der Mistelsamen selbst hemmend einwirke, widerlegt erscheint.

Wiesner suchte seine Annahme zunächst an dem Verhalten anderer Samen dem Viscinschleim gegenüber zu prüfen. Darüber teilt er mit:[2]

»Zu diesem Behufe habe ich Samen rasch keimender Gewächse, und zwar von *Lepidium sativum, Linum usitatissimum* und *Trifolium pratense*, auf das Fruchtfleisch geöffneter Beeren von *Viscum album* gestreut, diese auf feuchtgemachtes Filtrierpapier gelegt und in den feuchten Raum gebracht. Parallel damit wurden die Samen der genannten Gewächse auf feuchtem Fließpapier zur Keimung gebracht und in beiden Fällen für möglichst gleiche Keimungsbedingungen Sorge getragen.

Die auf den Schleim gestreuten Samen keimten nicht, während die auf bloß feuchter Unterlage ausgestreuten Samen der Kresse nach einem, die des Leins nach zwei und die Kleesamen nach drei Tagen keimten.

Die auf Schleim gestreuten Samen schienen etwas weniger gequollen als die auf feuchtem Papier gesäeten Samen. Um mich zu überzeugen, daß die schwächere Quellung der ersteren nicht Ursache ihres Nichtkeimens sei, wurden die Samen der genannten Gewächse vor dem Ausstreuen auf den Viscinschleim zuerst im Wasser zum Aufquellen gebracht. Aber auch in diesem Falle trat keine oder eine sehr verspätete und dann nur sehr schwache Keimung ein.

Wurden die einige Tage mit dem Viscinschleim in Berührung gestandenen ungekeimten Samen mit Wasser abgespült und hierauf regelrecht zur Keimung ausgelegt, so

---

[1] A. a. O., p. 16 und folgend.

[2] A. a. O., p. 24.

erfolgte, mit einer mehr oder minder langanwährenden Verzögerung, die Keimung.

Diese Versuche wurden mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt. Es ist zum Gelingen dieser Versuche nötig, dafür Sorge zu tragen, daß dem Viscinschleim nicht zu viel Wasser zugefügt wird, weil sonst alsbald unter sichtlicher Zersetzung des Viscinschleims starke Schimmelbildung und Verwesung der Samen eintritt.

Es kann nach diesen Versuchen keinem Zweifel unterliegen, daß in dem Fruchtfleisch von *Viscum album* ein Stoff oder vielleicht auch mehrere Stoffe vorhanden sind, welche die Keimung der genannten Samen aufhalten.« (Von mir gesperrt, H.)

Die beobachteten Tatsachen, die Wiesner mitteilte, wurden von mir nicht in Zweifel gezogen, wohl aber ihre Deutung: daß die Verzögerung der Keimung der Mistelsamen auf der Wirkung eines Hemmungsstoffes beruhe und auch das Nichtkeimen anderer Samen auf Mistelschleim in gleicher Weise zu erklären sei. In ersterer Hinsicht widerlegt meine eingangs erwähnte Abhandlung Wiesner's Annahme in einwandfreier Weise, in letzterer Hinsicht äußerte ich mich schon 1912[1] ablehnend und sagte: »Hingegen wird Wiesner's Befund, daß der Schleim der Mistelbeeren auf andere Samen die Keimung hindernd oder stark beeinflussend wirkt, auf das toxische Prinzip, das der Mistelkeim enthält, zurückgeführt«. Zu dieser Deutung gaben die Beobachtungen Laurent's über Giftwirkungen, die Mistelsamen (-keimlinge und selbst -beerenschleim) auf gewisse Birnsorten ausüben und eigene Beobachtungen gleicher Art Veranlassung.[2]

---

[1] E. Heinricher, »Über Versuche, die Mistel (*Viscum album* L.) auf monocotylen und auf sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen«. (Diese Ber., Bd. CXXI, Abt. I, 1912.)

[2] Man vergleiche meine ausgedehnten Versuche zu dieser Frage, die kürzlich zur Veröffentlichung gelangten. E. Heinricher, »Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum; Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion«. (Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, mathemat.-naturwiss. Klasse, 93. Bd. 1916; 34 p., 4 Taf.)

Im Spätherbst 1915 habe ich eine Wiederholung der Wiesner'schen Versuche unternommen und das bei dieser Gelegenheit Gesehene ließ mir Zweifel aufkommen, ob bei der keimungshemmenden Wirkung des Mistelschleims auf andere Samen tatsächlich Giftwirkungen vorliegen. Ich suchte nach einer anderen Erklärung. In der Abhandlung »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)« sage ich in der Zusammenfassung: »7. Die von Wiesner als Beweis für das Vorhandensein von Hemmungsstoffen im Mistelschleim angeführte Tatsache, daß die Samen sonst rasch keimender Pflanzen auf Mistelschleim nicht keimen, wird unter Zurücknahme einer früher vom Verfasser ausgesprochenen Ansicht dadurch zu erklären gesucht, daß diese Samen, selbst wenn sie im Mistelschleim versinken, dem Schleim das zur Keimung nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen. Der Mistelschleim wäre für die Samen ein gewissermaßen physiologisch trockener Boden«. Wie ersichtlich, suchte ich also die keimungshemmende Wirkung des Mistelschleims durch seine physikalische Beschaffenheit zu erklären.

---

v. Wiesner hat über seine Versuche (vgl. das zitiert p. 840 Wiedergegebene) nur kurz gefaßt berichtet. Ich war bestrebt, die Versuche in mehrfacher Abänderung zu wiederholen und besonders auch die Art der Schädigung zu verfolgen, welche die Keimlinge durch den Mistelschleim erleiden, ein Punkt, auf den Wiesner nicht eingeht, der höchstens mit den Worten »eine sehr verspätete und dann nur sehr schwache Keimung« angedeutet erscheint. Auch unterblieb allem Anscheine nach die Weiterbeobachtung jener Keimlinge, die aus Samen hervorgingen, welche nach der Entfernung des Mistelschleims durch das Abspülen mit Wasser »hierauf regelrecht zur Keimung ausgelegt«, dann mehr oder minder verzögert keimten. Es stand aber zu erwarten, daß sich aus dem Verhalten solcher Keimlinge Hinweise auf die Wirkungsweise des Mistelschleims ergeben könnten.

Mein Ziel war, zu zeigen: 1. daß auch für das Nichtkeimen anderer Samen auf Mistelschleim Wiesner's Annahme von Hemmungsstoffen nicht begründet erscheint, 2. zu entscheiden, welche der beiden von mir gegebenen Deutungen sich als zutreffend erweisen läßt. Ob Giftwirkungen vorliegen (die später zurückgezogene Erklärung) oder ob die physikalische Beschaffenheit des Schleims (dadurch bewirkte Störung der osmotischen Vorgänge, meine zweite Deutung) Ursache des Nichtkeimens oder der Schädigung der Keimlinge sei?

Das gesteckte Ziel halte ich für erreicht. Meine Versuche erweisen, daß der Schluß Wiesner's auf das Vorhandensein eines Hemmungsstoffes im Mistelschleim, der die Keimung anderer auf den Schleim ausgesäeter Samen hinderte, ebensowenig berechtigt erscheint wie der, daß der gleiche Hemmungsstoff auch die Keimung der Mistelsamen selbst verzögere. Von meinen Deutungen fällt die erst aufgestellte, während die zweit ausgesprochene durch die nachfolgenden Versuche als richtig erwiesen gelten dürfte.

Die Versuche.

I—V. Vorversuche.

I. Versuch. Ein orientierender Versuch, der am 16./11. 1915 angesetzt wurde.

A. Das Bodenstück einer Petrischale wird mit Samen von *Viscum album* mit voller Schleimhülle (Beerenhaut entfernt) gefüllt; auf dieses Substrat kommen: in die eine Hälfte der Schale 15 Samen von *Brassica oleracea*, in die andere 15 Samen von *Lepidium sativum*. Die Schale wird durch das Deckelstück gedeckt.

B. Parallelversuch. Der Boden einer Petrischale wird mit 3 Lagen Filterpapier bekleidet (dieses befeuchtet) und dann mit je 15 Samen beider Pflanzenarten beschickt. Die Versuche verliefen in dem geheizten S-Versuchsgewächshaus des Institutes.

Ergebnis: Am 19./11. In A keine Keimung. Der Viscinschleim erscheint flüssig, die Versuchssamen sind darin

untergesunken. An den *Lepidium*-Samen ist der Ort, wo das Würzelchen austreten sollte, erkennbar. (Über die Kultur wird an diesem Tage ein Dunkelsturz gestülpt, um eine allfällige Hemmung des Wurzelwachstums durch das Licht auszuschalten.) — In B haben 9 Samen von *Lepidium* gekeimt und besitzen Würzelchen von 5—8 *mm* Länge.

Am 20./11. Von *Lepidium* 11 Samen gekeimt, die Würzelchen vom Pelz der Wurzelhaare bekleidet. Von *Brassica* zeigen 6 Samen Keimbeginn.

22./11. In A keine Keimung; der Deckel der Petrischale wird entfernt, der Dunkelsturz aber belassen. In B 14 Samen von *Lepidium* und 12 Samen von *Brassica* gekeimt. B wird aufgelassen.

25./11. In A keine Keimung. Da die Tischplatte, auf der beide Kulturen nebeneinander standen, nicht ganz eben und etwas nach vorn abfiel, war im hinteren Teil der Petrischale die Schleimschicht niedriger und ragten die hier ausgelegten *Brassica*-Samen teilweise aus ihr vor.

4./12. Keine Keimung. Auch die Kultur A aufgelassen.

Der Versuch entsprach in seinem Ergebnis also vollkommen den Erfahrungen Wiesner's.

Kritik. Bei dieser Art der Versuchsanordnung ist allerdings ein Keimen der Samen im Mistelschleim von vornherein sehr unwahrscheinlich, wenn man gesehen hat, daß die Samen im Schleim völlig versinken. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dadurch ein Abschluß des Sauerstoffes herbeigeführt wird, der für sich allein das Keimen zu verhindern vermag. Ein Schüler Wiesner's, Dr. G. Tomann,[1] hat auf diesen Umstand aufmerksam gemacht und durch Diffusionsversuche auch nachgewiesen, daß Schleim für Luft gar nicht oder nur äußerst wenig durchgängig ist.

In der betreffenden Abhandlung, die zunächst andere Ziele verfolgte, sind aber interessanterweise auch Versuche

---

[1] Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleimes von *Viscum album* L. und *Loranthus europaeus* L. und dessen biologische Bedeutung. (Diese Ber., mathemat.-naturw. Klasse, I. Abt., 115. Bd., 1906.)

über Keimungshemmung durch andere Pflanzenschleime, nicht nur durch den der Mistel, angeführt, was mir besondere Würdigung zu verdienen scheint.

Tomann sagt: »Zu den Versuchen benutzte ich den Schleim von *Cydonia, Plantago Psyllium, Lepidium sativum, Viscum* und *Salep.* Ich ließ Kressesamen frei auf feuchtem Papier, auf Schleim und in Schleim eingebettet unter sonst gleichen Verhältnissen keimen. Im ersteren Falle keimten sie schon nach 30 bis 36 Stunden, im zweiten Falle in 3 bis 5 Tagen, im dritten Falle aber im Schleim von *Plantago Psyllium* noch nicht einmal nach 12 Tagen, in dem von *Lepidium* noch nicht nach 10 Tagen. Die Keimung wurde durch den Schleim gänzlich verhindert. Dagegen konnte ich bei Verwendung einer dünnen Gallerte von *Cydonia*-Schleim oder *Salep* keine Verzögerung bemerken, was wohl der Fall wäre, wenn lösliche keimungshemmende Stoffe in größerer Menge im Schleim enthalten wären. Hier dürfte also der durch den Schleim bewirkte Sauerstoffmangel wenigstens eine Ursache der Keimungshemmung sein.«

II. Versuch. In diesem wurde angestrebt, den Schleim der Mistelsamen abgestuft weniger flüssig zu erhalten, um dem Einwurf zu begegnen, daß die im Schleim versinkenden Samen der Versuchspflanzen infolge Sauerstoffmangels nicht zu keimen vermögen. Der Versuch wurde am 24./11. 1915 eingeleitet und wieder in die Parallelversuche A und B gegliedert.

In *A* wurde wesentlich die gleiche Anordnung getroffen wie bei I *A*. Das Bodenstück einer Petrischale wurde mit von der Schleimhülle umgebenen Mistelsamen dicht bedeckt, auf diese Schicht je 15 Samen von *Brassica* und *Lepidium* ausgelegt. Von der Verwendung des Deckels der Petrischale wurde abgesehen, dafür über die Kultur eine kleinere Glasglocke gesetzt.

In *B* wurde nur eine geringere Zahl von *Viscum*-Samen mit Schleim in das Bodenstück einer Petrischale gebracht, auf den Schleim je 5 Samen von *Brassica* und *Lepidium* ausgelegt. Eine Deckung mit einer Glasglocke entfiel. So

sollte ein völliges Einsinken der Samen in den Schleim verhindert werden.

Am 29./11. weder in *A* noch in *B* eine Keimung; daß solche in *B* nicht erfolgte, war schon als Folge dessen klar, daß der Schleim eingetrocknet war. In Schale *A* wurde nun der Schleim mit Wasser überschichtet, in Schale *B* die inselartige Gruppe von *Viscum*-Samen mit Wasser umgeben.

4./12. Weder in *A* noch in *B* ein Same gekeimt, obgleich in *B* einige Samen aus dem Schleim frei hervorragten.

9./12. Keine Keimung. An diesem Tage werden die Samen von *Brassica* und *Lepidium* beider Kulturen gesondert, in Wasser gewaschen und dann in reines Brunnenwasser übertragen. In *A* erfolgte auch daraufhin bis 22./12., dem Tage, an dem der Versuch aufgelassen wurde, keine Keimung; in *B* war am 13./12.[1] ein Same, am 22./12. ein zweiter von *Lepidium* und ein Same von *Brassica* gekeimt. Der zuerst zur Keimung geschrittene *Lepidium*-Keimling hatte sich schon zum Pflänzchen entfaltet.

Der Versuch entspricht wieder den Ergebnissen Wiesner's und zeigt, daß, wenn der Kontakt mit dem *Viscum*-Schleim ein geringerer war, das Keimvermögen der Samen, wenn sie in Wasser vom Schleime befreit, wieder zum Keimen ausgelegt werden, sich als nicht erloschen erweist. Man vergleiche im Zitat aus Wiesner p. 840 einen ähnlich durchgeführten Versuch.

III. Versuch. In diesem wurde von der Verwendung von Mistelschleim abgesehen. Es sollte versucht werden, ob Gelatine, eine dem Mistelschleim in physikalischer Beziehung offenbar verwandte Substanz, ebenfalls keimungshemmenden Einfluß auf Pflanzensamen ausübt.

Zunächst wurde eine sterilisierte Lösung von dünnflüssiger Beschaffenheit verwendet, und um ihr Erstarren zu verhindern, die Schale, in die sie eingefüllt worden war, auf

[1] An diesem Tage war in beiden Schalen das Wasser eingetrocknet und wurde neuerdings zugesetzt. Das mochte einen schädigenden Einfluß üben; insbesondere in B wären ohne diesen Umstand wahrscheinlich mehr Keimungen zu verzeichnen gewesen.

den Paraffinofen gestellt. Die Gelatine war in so niedriger Schicht gegeben, daß die Samen teilweise aus ihr hervorragten. Verwendet wurden wieder Samen von *Brassica* und *Lepidium*. Eine zweite Schale erhielt Brunnenwasser, die gleichen Samen und lagerte ebenfalls auf dem Paraffinofen. Ein diesem aufliegendes Thermometer wies als Maximum die Temperatur von 32° C. Beginn des Versuches am 29./11. 1915.

Am 30./11. waren im Wasser die Samen von *Lepidium* zum Teil gekeimt, am 1./12. ungefähr 50 Prozent derselben. An dem Tage stand auch schon die Mehrzahl der *Brassica*-Samen im Keimbeginn.

Am 3./12. konnte Weiterentwicklung der *Lepidium*-Keimlinge festgestellt werden, auch hatten alle *Brassica*-Samen gekeimt und waren bei einigen Keimlingen die Wurzeln schon lang ausgewachsen. – In der Gelatinelösung aber keimte weder von *Lepidium* noch von *Brassica* ein Same.

Schon dieser Versuch schien mir dafür zu sprechen, daß die von Wiesner festgestellte Erscheinung, daß Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht keimen, eine Tatsache, die von Tomann und jetzt auch von mir bestätigt erscheint, von Tomann aber auch in gleicher Weise bei anderen Pflanzenschleimen nachgewiesen wurde, einer anderen Erklärung bedarf als der, welche ihr Wiesner gab.

Es erscheint überflüssig und unwahrscheinlich, daß ein Hemmungsstoff hier eine Rolle spielt, wobei jeder Schleim wohl wahrscheinlich einen spezifischen solchen Stoff enthalten müßte. Ebenso dünkt mich meine Annahme, daß ein im Mistelschleim enthaltener Giftstoff Ursache der Erscheinung sei, unnotwendig. Viel einfacher und einheitlicher kommt mir die Erklärung vor, daß die Samen solchen Kolloiden, wie es Gelatine, *Viscum*-Schleim und andere Pflanzenschleime sind, weder im Gelzustande noch in dem halbwegs konzentrierterer Sole, das zur Keimung nötige Wasser zu entziehen vermögen. Es ist bekannt, daß das Molekulargewicht der Kolloide im Lösungszustande Werte von außer-

ordentlicher Größenordnung ergibt, eine Folge dessen, daß bei ihrer Lösung die aufspaltende Wirkung des Lösungsmittels viel weniger weit geht als bei den Krystalloiden. Ob dies damit zusammenhängt, daß die Moleküle der Kolloide sehr groß sind oder daß sie in Lösung in weit höherem Maße Polymoleküle bilden, was für die eigentlichen reversiblen Kolloide (denen Gelatine und Pflanzenschleim angehören) als wahrscheinlich gilt, ist noch nicht entschieden.[1] Es scheint nun das Wasser von derartigen Kolloiden so festgehalten zu werden, daß die Keimlinge es sich nicht oder nicht in genügendem Maße anzueignen vermögen.

Es ist zu betonen, daß es sich hier speziell um lauter hydrophile Kolloide handelt, die sich durch ihre große Tendenz zur Hydratation, das heißt Quellung, auszeichnen.[2]

Auf Sauerstoffmangel ist das Nichtkeimen der Samen in der Gelatinelösung wohl kaum zurückzuführen; die *Brassica*-Samen besonders, die größer sind, ragten ja mit einem Teil ihrer Oberfläche aus der Lösung vor.

Diesen Versuch habe ich schon in einer früheren Abhandlung[3] erwähnt; er und eine weitere Beobachtung veranlaßten mich, von meiner früher gehegten Anschauung abzugehen und nicht mehr einen im Mistelschleim vorhandenen Giftstoff als Ursache des Nichtkeimens der Samen anzusehen. Die Wirkung der verschiedenartigen Schleime und der Kolloide ähnlicher Beschaffenheit, wie die der Gelatine, erscheint durch die jetzt gegebene Deutung in einheitlicher Weise gegeben.

IV. Versuch. Anschließend an den vorigen Versuch wurde am 3./12. 1915 folgender eingeleitet: Von der gleichen Gelatinelösung, die zu dem Versuche III gedient hatte, wurde nach ihrer Verflüssigung ein Glasnäpfchen bis zu halber

[1] Vgl. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. II, den Abschnitt: »Disperse Gebilde. Allgemeiner Teil«, p. 1028.

[2] Vgl. R. Höber, »Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe«, III. Aufl., Leipzig 1911, p. 352.

[3] »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode etc.«, p. 18.

Höhe gefüllt. Nach dem Erstarren der Gelatine bei Zimmertemperatur wurde sie 2 *mm* hoch mit Brunnenwasser überschichtet und dieses darauf mit Samen von *Brassica* und *Lepidium* beschickt. Beabsichtigt war, die Samen in diesem übergelagerten Wasser keimen zu lassen. Ein normales Keimen hätte meiner Ansicht nach gegen die Annahme eines Hemmungs- oder eines Giftstoffes in der Gelatine gesprochen.

Der bei Zimmertemperatur durchgeführte Versuch gelang nicht. Durch mit den Samen eingeführte Bakterien wurde die Gelatine frühzeitig verflüssigt, so daß die Samen in ihr untersanken. Die *Lepidium*-Samen hatten noch nicht gekeimt, die von *Brassica* standen im Keimbeginn, als das Untersinken begann.

Wenn keimfrei gemachte Samen gewonnen werden könnten, verspräche eine Wiederholung des Versuches Erfolg.

V. Versuch. Dieser hatte zum Ziele festzustellen, ob etwa Giftwirkungen von ausgelegten Mistelsamen (ungekeimt oder mit hervorbrechenden Keimlingen) an jüngeren *Brassica*-Pflänzchen, denen sie aufgelagert wurden, hervortreten würden. Die Kohlpflänzchen wurden in kleinen Töpfen gezogen. Das Anlegen der Mistelsamen erfolgte am Hypokotyl, auf Kotyledonen, bei älteren Pflänzchen auch auf Laubblätter. Die Versuche verliefen in der Zeit vom 23./11. 1915 bis 3./3. 1916.

Das Ergebnis will ich nur summarisch verzeichnen: Erscheinungen, welche zur Annahme von Giftwirkungen berechtigt haben würden, traten nicht auf. Nirgends wurde ein örtlich begrenztes Absterben von Geweben unterhalb der ausgelegten Mistelsamen beobachtet, Erscheinungen, denen wir allerdings bei belegten Organen anderer Pflanzen, in einer weiteren Studie, wohl begegnen werden. Beachtet wurde, daß belegte Kotyledonen schneller verfallen als unbelegte, aber nur in den letzten Stadien, wenn sie ihre Reservestoffe offenbar schon völlig oder nahezu völlig abgegeben haben und zu vergilben beginnen. Ich gewann den Eindruck, daß ihre Gewebe nur mehr geringen osmotischen Druck besitzen und ihnen Wasser durch den Mistelschleim

entzogen wird. Stets vergilbten sie gleichmäßig in ihrer ganzen Fläche und lösten sich ab. Die Laubblätter vergilbten und lösten sich aber immer der Altersfolge nach ab. Es gelang nicht, ein jüngeres, mit einem Mistelsamen belegtes Blatt früher zum Absterben zu bringen als das darunter befindliche unbelegte Blatt. Auch bei den Laubblättern im alternden Zustande schien mir aber ihr Verfall durch den Wasserentzug, der vom Schleime des ausgelegten Mistelsamens ausging, beschleunigt zu werden.

Die bisherigen Versuche hatten gewissermaßen als Vorversuche das Ziel, Orientierung zu geben. Wichtiger sind die folgenden, von denen die ersten zu dem Zwecke ausgeführt wurden, Aufschluß über die Art der Schädigung zu gewinnen, welche die in der Keimung unterdrückten oder doch geschädigten Embryonen der Samen durch den Mistelschleim erfahren. Die Versuche beschränkten sich auf die Samen von *Brassica oleracea*.

VI—X. Weitere Versuche über die Hemmung der Keimung und die Art der Schädigung der Keimlinge durch den Mistelschleim.

VI. Versuch, eingeleitet am 21./12. 1915. Auf eine größere Porzellanschale wurden 20 Mistelsamen samt Schleimhülle in Abständen verteilt, neben jeden Mistelsamen ein Same von *Brassica* gelegt. Letztere Samen waren durch 24 Stunden vorgequollen. Die Schale mit den Mistelsamen wurde dann auf einen größeren, zum Teil mit Wasser gefüllten Untersatz gestellt und die Kultur mit einer Knopfglocke überdeckt, deren Seitenwandungen mit im Wasser getränktem Filtrierpapier ausgekleidet waren. Das Filtrierpapier ergänzte seine Feuchtigkeit ständig, da es in das Wasser des Untersatzes tauchte. Die unter der Glocke befindliche Luft wird nahezu immer mit Feuchtigkeit gesättigt gewesen sein; der Mistelschleim konnte nicht eintrocknen. Der Versuch verlief im nach Süden gelegenen, geheizten Gewächshaus des Institutes.

Ein Parallelversuch dazu lief vom 24./12. Die zeitliche Differenz des Beginnes hat in dem Falle keinen Einfluß.

Die Zusammenstellung war die gleiche wie oben, nur wurden in ihm nur *Brassica*-Samen verwendet, die auf dem inneren Porzellanteller einzeln auf drei Lagen starke, wassergetränkte Filtrierpapierscheibchen mit einem Durchmesser von nicht ganz 2 *cm* zu liegen kamen. Nennen wir der Kürze halber die erste Anordnung *A*, die zweite *B*.

Das Ergebnis in *A* war: 25./12. Keine Keimung. An 9 Samen fiel auf, daß sie etwas geschrumpft waren; ihre Testa zeigte Einsenkungen. Der Schleim schien also den gequollenen Samen Wasser zu entziehen. Am 27./12. Keine Keimung; so auch noch am 3./I. Doch wurde am 27./12. bemerkt, daß die Schrumpfung der *Brassica*-Samen zurückgegangen und nur mehr an 4 Samen sichtbar war. Am 29./12. war sie auch bei diesen Samen geringer geworden. Der Schleim wurde immer flüssiger, da er offenbar aus der feuchtigkeitgesättigten Luft unter der Glocke Wasser aufzunehmen vermochte. Das stimmt wenigstens teilweise mit Ergebnissen von Versuchen überein, die durch K. Linsbauer durchgeführt wurden.[1]

Am 3./1. — eine Keimung[2] war bisher nicht eingetreten — wurde der Versuch in der bisherigen Zusammenstellung abgeschlossen, in nachstehender Weise aber weitergeführt. Die im Schleim den Mistelsamen angelagerten *Brassica*-Samen wurden im Wasser gewaschen, die ganze Apparatur gereinigt und in der früheren Weise zusammengestellt mit der Abänderung, daß jetzt unter die Glocke nur die *Brassica*-Samen gebracht wurden, die auf drei Lagen sterilisierten, wassergetränkten Filterpapiers zu liegen kamen. Das Ergebnis war: 10./1. 1 Same im Keimbeginn. 11./1. Die Keimlinge

[1] Diese finden sich bei Wiesner in der zitierten Abhandlung p. 17 mitgeteilt. Linsbauer stellte fest, daß der Mistelschleim im allgemeinen sehr wenig hygroskopisch ist. Erst bei einer Luftfeuchtigkeit von 81 Prozent war die Wasseraufnahme etwas beträchtlicher. Auch soll der Schleim erst, wenn er zwei Drittel des Wassers verloren hat, befähigt sein, Wasser aus der Luft aufzunehmen. Es scheint nun, daß auch der frische Schleim Wasser aus der Luft aufzunehmen vermag, wenn diese mit Wasserdampf gesättigt ist.

[2] Mit Rücksicht auf Folgendes sei hervorgehoben, daß während der Zeit vom 21./12. bis 3./1. auch kein Mistelsame gekeimt hatte.

zweier Samen teilweise, ein Keimling ganz aus der Samenhaut herausgetreten. Keine normale Keimung. Die Zahl der Keimlinge nimmt dann allmählich zu. 17./1. 7 Samen haben gekeimt, zwei der Keimlinge zeigen eine noch ziemlich normale Entwicklung der Wurzel. 24./I. 13 Samen hatten den Keimling aus der Testa vorgeschoben, die Keimungen waren aber von normaler ± abweichend; insbesondere war die Entwicklung der Wurzel geschädigt. Nur bei 5 von den 13 Keimlingen hat sich die Keimwurzel normal entwickelt, aber auch bei diesen war bei vieren zuerst eine deutliche Hemmung des Wachstums vorhanden, die erst nachträglich verschwand. Nur 2 Samen hatten in normaler Weise gekeimt, d. h. ließen die Keimwurzel zuerst hervortreten. Meist trat der ganze Keimling aus der Samenschale hervor, ohne aber Wurzelwachstum zu zeigen, oder es wurde zunächst nur die Schale gesprengt, sichtlich jedoch hauptsächlich durch die Volumzunahme des Hypokotyls und der Kotyledonen. Bei einer größeren Zahl von Keimlingen blieb die Keimwurzel dauernd verkümmert. Ich gewann den Eindruck, daß diese Erscheinungen auf stattgefundenem Wasserentzug durch den Mistelschleim in der ersten Versuchsperiode beruhen und daß durch den Wasserentzug besonders die Wurzelanlage getroffen wurde. Es scheint, daß diese das Wasser osmotisch weniger festzuhalten vermag als der übrige Embryo. Durch reichliche Wasserzufuhr konnte aber bei einigen solchen Wurzeln die Hemmung aufgehoben werden.

Doch auch an den Kotyledonen waren Schädigungen wahrzunehmen. So z. B. auch an einem der Keimlinge, der eine normal entwickelte Hauptwurzel hatte. Die Kotyledonen waren braunfleckig und erreichten nicht die normale Größe.

Die braunen Flecken waren weißlich umrandet, weil an solchen Stellen das Ergrünen unterblieb. Derartige Verhältnisse waren bei den Kotyledonen mehrerer Keimlinge in wechselnder Stärke vorhanden.

Die Erscheinungen an den Kotyledonen soll die Fig. 1 der Taf. I erläutern. 1 a führt in natürlicher Größe ein Keimpflänzchen vor, dessen ursprünglich im Wachstum gehemmte Hauptwurzel nachträglich ziemlich normal ausgewachsen

war. Beide Kotyledonen erscheinen geschädigt und erreichen nicht die ihnen auf dieser Entwicklungsstufe normal zukommende Größe (l. c.). Besonders stark verkümmert war der eine Kotyledo, der von vorne gesehen in 1 b nochmals wiedergegeben erscheint. Der nahezu schwarz gehaltene zentrale Fleck entspricht dem gebräunten am Objekt, der aus abgestorbenen Geweben bestand. Die chlorophyllfreien Partien sind weiß, die chlorophyllhältigen graugetont gehalten.

Bis 1./2. erfolgte keine weitere Keimung; 7 Samen hatten völlig versagt. An diesem Tage wurde die Kultur aufgelassen.

Wie man aus dem eingangs gegebenen Zitate ersieht, hat Wiesner offenbar einen ähnlichen Versuch durchgeführt. Mein Resultat stimmt auch insofern mit dem Wiesner's überein, als die einige Tage in Berührung mit dem Viscinschleim gestandenen, dann gewaschenen und »regelrecht zur Keimung ausgelegten Samen« eine mehr oder minder lange Verzögerung in der Keimung erfuhren. In meinem Versuche scheint aber die Keimungsfähigkeit eines ziemlich hohen Prozents (35%) der Samen überhaupt vernichtet worden zu sein. Auch verlief fast keine Keimung normal. Von Schädigungen der auf solchem Wege erzielten Keimlinge ist bei Wiesner nichts erwähnt.

Das Ergebnis der in ihrer Zusammenstellung vorher geschilderten Parallelkultur *B* ist mit wenigen Worten erledigt. Erwähnt sei noch, daß die Filterpapierscheibchen unter den einzelnen Samen nahezu täglich mit H_2O getränkt werden mußten. Die am 24./12. ausgelegten Samen hatten zwischen dem 28./12. und dem 21./1. 1916 alle, und zwar normal, gekeimt und ergaben auch gesunde Pflänzchen.

VII. Versuch. Der am 8./2. 1916 eingeleitete Versuch hatte den Zweck, zu verfolgen, wie die Keimung bei starker Verdünnung des Mistelschleims verläuft, ob und welche Schädigungen der Keimlinge hierbei zu beobachten sind.

Versuchsanordnung: 20 Mistelsamen mit Schleim werden auf einer mit sterilisiertem Filterpapier überdeckten Porzellanschale in Abständen ausgelegt. Das Filterpapier ist mit Brunnenwasser nicht nur gesättigt, sondern letzteres überdeckt

ersteres etwas, so daß für eine weitgehende Verflüssigung des Schleimes gesorgt erscheint. 20 Samen von *Brassica* wurden durch mehrere Stunden vorgequollen und dann 10 von diesen auf Mistelsamen aufgelegt, 10 aber seitlich neben solche, näher oder entfernter, gelagert. Die Porzellantasse kommt auf einen größeren Untersatz mit Wasser, wird mit einer Glasglocke gedeckt, deren Seitenwandungen mit zwei Lagen Filterpapier bekleidet sind, die Wasser aus dem Untersatz nachsaugen.

Verlauf des Versuches: Schrumpfung der ausgelegten *Brassica*-Samen wurde nicht beobachtet.

10./2. 1 Same neben *Viscum* hat die Testa gesprengt.

11./2. Ein zweiter Same neben *Viscum* keimt.[1]

13./2. 13 Samen gekeimt, 5 *Viscum*-Samen aufliegende, 8 nebenlagernde.

Bis 16./2. keine neue Keimung.

Die Keimungen verliefen aber durchaus nicht normal. Hemmung in der Entwicklung der Hauptwurzel war überall bemerkbar, ebenso Schädigung der Kotyledonen, entweder eines oder beider, in wechselndem Umfange.

Bis 16./2. waren 2 Keimlinge ganz aus der Samenhülle hervorgetreten. Einer dieser und ein anderer, mit den Kotyledonen noch in der Samenschale steckend, wurden gezeichnet. An beiden ist die Verkümmerung der Hauptwurzel erkennbar. Fig. 2 gibt zweifach vergrößert einen Keimling wieder, der einem Mistelsamen aufliegt. Das Hypokotyl ist hervorgetreten und reagierte zunächst positiv geotropisch; die verkümmerte, zum Teil abgestorbene Wurzel ist an seinem basalen Pol erkennbar. Die Kotyledonen ragen aus der gesprengten Testa hervor. Das Ergebnis der später erfolgten genaueren Untersuchung des Wurzelteils wird noch folgend zur Sprache kommen.

Fig. 3 führt uns einen der ganz aus der Samenschale ausgetretenen Keimlinge, ungefähr zweieinhalbfach vergrößert, vor; links davon liegt der Mistelsame. Das Hypokotyl erscheint S-förmig gekrümmt; seine zunächst positiv geo-

[1] Als Keimung wird hier Sprengung der Samenhaut bezeichnet

tropische Reaktion weicht nachfolgend einer negativen. Ist in der ersteren Periode die Wurzel nicht im oder am Substrat befestigt worden, so wird sie durch diese Krümmung des Hypokotyls in die Luft gehoben. Das ist in dem Falle mit der in der Entwicklung gehemmten Wurzel geschehen, die nachträglich auszuwachsen begann und eine positiv geotrope Krümmung vollzog.

Die beiden Keimblätter liegen der Hülle des *Brassica*-Samens auf. Am oberen Rande sind, dunkel getont, zwei aus abgestorbenem Gewebe bestehende Stellen ersichtlich gemacht.

Vom 16./2. ab wurde der Versuch etwas abgeändert fortgeführt. Die *Brassica*-Samen und -Keimlinge wurden vom Schleim möglichst gereinigt (beim Übertragen in Wasser sah man die Schleimhülle als flockigen Belag) und auf frisches Filterpapier übertragen. Die übrige Zusammenstellung blieb wie vorher. Es sollte geprüft werden, ob noch weitere Samen keimen und ob bei den Keimlingen die vorhandenen Hemmungen mehr oder minder schwinden würden.

Zur Zeit waren 5 Samen noch ohne jedes Anzeichen von Keimung, 1 hatte die Testa gesprengt, 9 hatten den Wurzelpol vorgeschoben, 5 waren vorgeschrittener in der Keimung, doch steckte einer davon mit den Keimblättern noch in der Samenschale.

Die Beobachtungen wurden bis zum 1./3. fortgesetzt. Von den 5 ungekeimten Samen keimten noch 4; 2 am 19./2., 1 am 21./2., 1 am 25./2.

Die beiden erstgekeimten entwickelten zunächst eine normale Hauptwurzel, doch blieb sie bei einem, nachdem sie auf 1 *cm* Länge ausgewachsen war, gehemmt.

Der am 19./2. hervorgebrochene Keimling blieb mit einem verkümmerten Kotyledo in der Samenschale stecken (Fig. 5, Taf. I); vom zweiten Keimblatt ist nur die eine Hälfte gewachsen und ergrünt. Die Keimwurzel (bei *a* in der Figur) war gehemmt, ihr Gewebe mindestens an der Oberfläche abgestorben. Vermutlich hat sich aber ein neuer Vegetationspunkt im Innern gebildet, der zur Wurzel *(b)* ausgewachsen ist. Dies ist wenigstens auf Grund des noch später zu

besprechenden Falles wahrscheinlich. Andernfalls wäre b eine nahe dem Vegetationspunkte der Hauptwurzel zur Entwicklung gekommene Nebenwurzel.

Der Keimling vom 25./2. ist ganz aus der Samenschale hervorgekommen. Seine Keimwurzel (Fig. 6, Taf. 1) war abgestorben; das eine Keimblatt verkümmerte und blieb weißlich, das zweite ergrünte und entfaltete sich zum größeren Teil, an einer Seite (weiß gehalten in der Abbildung) war aber auch dieses offenbar geschädigt.

Von den 9 Samen, deren Keimlinge am 16./2. den radikularen Pol vorgeschoben hatten, hat sich zwar die Mehrzahl von der Samenschale ganz befreit (einer ging frühzeitig ein), doch blieb bei allen die Keimwurzel vollends gehemmt. Geringere oder stärkere Schädigung war jedoch stets auch an den Keimblättern vorhanden. Solche zu versinnlichen, möge die Abbildung zweier Keimlinge (Fig. 7 und Fig. 8) herangezogen werden.

Fig. 7 stellt bei ungefähr zweifacher Vergrößerung ein Keimpflänzchen dar, von dem ein Keimblatt und ein Teil des Hypokotyls sich normal entwickelten und ergrünten; das zweite Keimblatt blieb aber verzwergt und ergrünte nur im untersten Drittel des linken Keimblattlappens (diese Stelle in der Zeichnung schwarz gehalten). Das basale, negativ geotropisch aufwärts gekrümmte Stück des Hypokotyls hat an der Spitze die verkümmerte und abgestorbene Keimwurzel, die, wie meist, am Auswachsen total gehemmt worden war, emporgehoben.

Fig. 8 zeigt, wieder ungefähr zweifach vergrößert, einen besonders stark geschädigten Keimling. Die Samenhaut vermochte er abzustreifen; das erzielte er fast ausschließlich durch das Wachsen des einen Keimblattes, das auch ergrünte. Das zweite Keimblatt, das Hypokotyl und offenbar auch die Wurzelanlage büßten aber die Wachstumsfähigkeit völlig ein und verharrten in der Lage, die sie im ungekeimten Samen besaßen. In diesen Teilen trat auch kein Ergrünen ein.

Nur bei den 5 Keimlingen, von denen am 16./2. vermerkt wurde, daß sie in der Entwicklung schon vorgeschritten seien, ist die Hauptwurzel mehr oder minder gewachsen.

Von dreien wurde schon am 18./2. das und die Ausbildung von Wurzelhaaren im Tagebuche vermerkt. Am 21./2. war dies an 5 Keimlingen festgestellt; eine stärkere Entwicklung erreichte die Keimwurzel aber auch nur bei zweien der 5 Keimlinge und eine ganz vollkommene nur bei einem.

Das Ergebnis des Versuches VII ist:

1. Gegenüber Versuch VI kam die Verdünnung des Mistelschleims deutlich zum Ausdruck:
   a) daß im Versuche VI, während der 14 Tage, da die *Brassica*-Samen dem Schleim auflagen, überhaupt keine Keimung erfolgte, hingegen im Versuche VII die erste Keimung am zweiten Tage und 13 Keimungen am fünften Tage vorhanden waren;
   b) daß im Versuche VI die erste Keimung erst am 21. Tage (dem siebenten Tage nach dem Waschen der Samen) zu verzeichnen war und 7 Samen (35%) überhaupt nicht keimten, auch dann nicht, als der Schleim möglichst entfernt worden war, im Versuche VII hingegen versagte die Keimung nur bei einem Samen (5%) völlig.

2. Auch der verdünnte Schleim des Versuches VII hat aber noch sehr deutliche, die Keimung verzögernde, aber auch den Keimling selbst schwer schädigende und manche Gewebe abtötende Wirkungen ausgeübt.

3. Als besonders empfindlich gegen die Wirkung des Schleims erwies sich wieder die Keimwurzel, doch sind auch die Keimblätter meistens mehr oder minder ungünstig beeinflußt worden.

4. Es tritt recht deutlich hervor, daß die Schädigung besonders jene Organe oder Organseiten trifft, die, ihrer Lagerung im Samen entsprechend, in enge und dauernde Berührung mit dem Schleim geraten.

Ein Durchsehen der Bilder auf Taf. 1 erläutert dies unmittelbar. Gehen wir vom Keimling in Fig. 8 aus, so zeigt er uns auch noch die Lage der Organe, wie sie im Samen

tatsächlich ist: d. h. *Brassica* gehört zu den *Orthoploceae* nach der De Candolle'schen Einteilung der Cruciferen: der Keimling ist im Samen so gekrümmt, daß das Würzelchen (Hypokotyl + Keimwurzelanlage) in einer Rinne der dachartig gefalteten Keimblätter liegt. Kommt die Rinnenseite in den Mistelschleim zu liegen, so ist die besonders empfindliche Wurzelanlage und der innere Kotyledo der schädigenden Wirkung des Schleimes hauptsächlich ausgesetzt. Das wird bei dem Samen, dessen Keimling in Fig. 8 gegeben ist, zugetroffen haben. Annähernd auch bei denjenigen, deren stark geschädigte Keimlinge die Fig. 6, 7 und 5 zeigen. Kleine Verschiedenheiten in der Lage werden das Endresultat ja natürlich mitbeeinflussen und nicht weniger als die Tiefe der Schleimschicht, in die der Same tauchte, mitbestimmen. Für das Erhaltenbleiben des Würzelchens wird jene Lage am günstigsten sein, die den äußeren Kotyledo in Berührung mit dem Schleim bringt, während die Seite mit dem Würzelchen nach oben sieht und vom Schleime frei bleibt. Diese Lage dürfte der Same gehabt haben, der den in Fig. 1 abgebildeten Keimling ergab.

5. Das Entfernen des Schleims durch Waschen der Samen und Keimlinge erzielt bei Samen, die im Schleim nicht gekeimt hätten, noch den Eintritt der Keimung und ermöglicht auch schon geschädigten Keimlingen eine mehr oder minder gute Entwicklung.

Die Lebenskraft der Keimlinge ist im allgemeinen eine hohe. Beobachtet wurde, daß Regeneration der Hauptwurzel eintreten kann. Sichergestellt wurde dies für den in Fig. 2 abgebildeten Keimling. Man sieht seine verkümmerte, aus gebräuntem Gewebe bestehende Wurzel an der Spitze (eigentlich Basis) des Hypokotyls in der angeführten Figur. Später wurde dieser abgestorbene Teil gleich einer Wurzelhaube (tatsächlich wohl Wurzelhaube und ein Teil des Vegetationspunktes der Hauptwurzel) abgestoßen und hatten sich dahinter zwei neue Wurzelvegetationspunkte regeneriert.

Fig. 4 bringt das Hypokotyl jenes Keimlings, die Hauptwurzel mit den regenerierten Vegetationspunkten und den

abgestoßenen, abgestorbenen Teil bei vierfacher Vergrößerung zur Anschauung. Die anatomische Untersuchung bestätigte mit voller Sicherheit, daß hier die Regeneration zweier Wurzelvegetationspunkte stattgefunden hat. Wahrscheinlich ist es, daß auch bei dem in Fig. 5 dargestellten Keimling eine Regeneration eines neuen Wurzelvegetationspunktes aus inneren Teilen der in der Hauptsache abgestorbenen Hauptwurzelanlage erfolgte. Doch wurde in dem Falle von einer anatomischen Untersuchung des Objektes abgesehen. Im Falle die Hauptwurzelanlage in allen Teilen abstirbt und kein Regenerat liefert, ermöglichen noch immer Adventivwurzeln, die aus der Basis des Hypokotyls hervorbrechen, die Bewurzelung des Keimlings. Man sieht das Hervorbrechen solcher auch an dem Hypokotyl in Fig. 4 der Taf. I.

Hier sei noch kurz auf den Befund eingegangen, den die anatomische Untersuchung der geschädigten Keimblätter ergab. Vor allem trat klar hervor, daß jene Keimblatteile abstarben, die durch ihre Lage im Samen und wieder durch die Lage, die der Same im *Viscum*-Schleim gehabt hat, der Einwirkung dieses besonders ausgesetzt gewesen sind. Je mehr eines Keimblattes solcher Einwirkung ausgesetzt gewesen war, um so mehr davon verfiel also dem Absterben. Fig. 9, Taf. II z. B. gibt ungefähr die Hälfte eines Kotyledo wieder, dessen Randteile allein abstarben, während der Mittelteil — nachdem der Mistelschleim entfernt worden war und die Keimung auf getränktem Filterpapier vor sich gehen konnte — sich entwicklungsfähig erwies. Erinnern wir uns der Lage, welche die Teile des Embryos bei den *Orthoploceae* im Samen einnehmen, so wird es klar, daß dieser Same mit der Wurzelseite im Schleime lag, der äußere Kotyledo bis auf die seitlichen Randstreifen aus ihm hervorragte. Im Gegensatze dazu führt Fig. 10, Taf. II beinahe den ganzen Querschnitt eines Keimblattes vor, das größtenteils der Wirkung des Mistelschleims ausgesetzt gewesen ist und infolgedessen einging; nur ein seitlicher Rand ragte offenbar aus dem Schleime vor und blieben deshalb seine Zellen entwicklungsfähig. Die abgestorbenen Blatteile erweisen sich mit Reservestoffen noch prall gefüllt, sie erscheinen daher in den

mikroskopischen Aufnahmen (Fig. 9 und Fig. 10) dunkel, während die lebend gebliebenen weitgehend ihre Reservestoffe zu aktivieren vermochten und mehr oder minder das Streckungswachstum ihrer Zellen einsetzte. Sie lassen daher in den Bildern trotz der geringen, nur 22fachen Vergrößerung das zellige Gefüge deutlich erkennen. Die Eiweiß- oder Myrosinzellen in den abgestorbenen Teilen waren offenbar einer teilweisen Zersetzung anheimgefallen, sie traten dunkelbraun bis schwärzlich verfärbt hervor; auch in Fig. 10 sind sie als dunkle Klexe erkennbar.

Die Ursache des Absterbens von Keimlingsorganen und Geweben unter dem Einfluß des Mistelschleims ist nun wohl die, daß der Schleim Wasserentzug bewirkt. Die totale Keimungshemmung im unverdünnten Mistelschleim liegender Samen aber erscheint darin begründet, daß die Embryonen dem Schleim das zur Keimung nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen. Überlegt man sich die Verhältnisse bei der Keimung, so ist für sie bei den meisten Samen die Wasserzufuhr erste Bedingung.[1] Die Quellung setzt ein und ihr folgen die Prozesse der beginnenden Reaktivierung der Reservestoffe. Nach und nach bildet sich erst ein Zellsaft und es ist erklärlich, daß dieser anfänglich nur ein geringes osmotisches Vermögen besitzt, daher durch osmotisch wirksame Stoffe, wie es der Mistelschleim, andere Schleime und ähnliche Kolloide sind, leicht seines Wassers beraubt wird. Gerade auf den Keimbeginn und die ersten Stadien der Keimung werden derlei Stoffe am stärksten hemmend oder störend wirken. Späterhin kann das osmotische Vermögen so gewachsen sein, daß der gleiche Stoff keine Schädigung mehr hervorbringt. Wie der Versuch V lehrt, sind die voll

[1] Die meisten Samen sind ja im reifen Zustande sehr wasserarm, sozusagen trocken. Gerade die Mistelsamen (und offenbar die der meisten Loranthaceen) weichen darin ab; sie sind dauernd relativ wasserreich (Wiesner führt an, daß bei mäßiger Luftfeuchtigkeit aufbewahrte Samen selbst nach Jahresfrist keine Eintrocknung zeigten [Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XV, 1897, p. 510]) und schon dadurch wird es verständlich, daß ihnen eine Ruheperiode fehlt.

entfalteten Keimblätter von *Brassica* durch den Schleim aufgelegter Mistelsamen nicht mehr zu schädigen und erst mit beginnendem Vergilben, womit wohl eine Herabsetzung des osmotischen Vermögens parallel geht, schien sich durch Beschleunigung ihres Welkens und Verfalles ein Einfluß, der wieder augenscheinlich auf Wasserentzug beruhen wird, geltend zu machen.

VIII. Versuch. Auch dieser war angestellt um zu zeigen, daß es tatsächlich der Mistelschleim ist, der die Keimung anderer Samen verhindert oder hemmt und schädigt, und nicht ein Giftstoff, der etwa vom Mistelsamen stammt.

Er wurde am 12./1. 1916 eingeleitet und wie die vorausgehenden im geheizten, nach Süden gelegenen Versuchsgewächshaus des Institutes durchgeführt.

Die Anordnung war folgende: In eine Petrischale, deren Boden mit drei Lagen sterilisierten, mit Wasser durchtränkten Filterpapiers ausgekleidet war, wurden 20 möglichst vom Schleim befreite[1] Samen der Mistel ausgelegt und neben sie oder auf sie, je zur Hälfte, 20 Samen von *Brassica*, die in Wasser von 30° durch einige Stunden vorgequollen waren. Die Petrischale wurde mit dem Deckelstück geschlossen.

Verlauf: 15./1. 3 Samen normal gekeimt (mit der Wurzel zuerst hervorgebrochen). 1 auf-, 2 nebenliegende.

17./1. 10 Samen gekeimt, 5 auf-, 5 nebenliegende; von ersteren 2, von letzteren 1 noch in den Anfangsstadien der Keimung.

18./1. 12 Samen gekeimt, 5 auf, 7 neben den Mistelsamen. Bei allen normale Entwicklung der Keimwurzel.

21./1. 14 Samen gekeimt, 6 auf-, 8 nebenliegende. An dem Tage, dem neunten seit Versuchsbeginn, hat auch schon der erste Mistelsame gekeimt.[2]

[1] Solche Samen erhalten bei Wasserzutritt stets noch eine, wenn auch geringere Schleimhülle.

[2] Diese schon im Jänner so rasch erfolgte Keimung der Mistelsamen, bei Zutritt nur des Tageslichtes, ist bemerkenswert und offenbar auf die

22./1. 15 Samen gekeimt, 6 auf-, 9 nebenliegende.

24./1. 17 Samen gekeimt; 3 *Viscum* aufliegende Samen stehen noch im Beginn der Keimung. Von den *Viscum*-Samen keimten 12 (Fußnote 2 auf p. 861), 1 Same hat sich braun verfärbt und ist abgestorben.

25./1. 18 Samen gekeimt; ungekeimt je 1 *Viscum* auf- und 1 neben *Viscum* liegend; beide etwas geschrumpft, letzterer weniger.

28./1. 2 der zuletzt gekeimten, auf *Viscum*-Samen aufliegenden Keimlinge kommen nicht aus der Samenschale heraus, diese erscheint nur gesprengt. Der 3. Keimling (gleicher Position) hat seine Radikula auf etwa $2^1/_2$ *mm* Länge vorgeschoben, sie positiv geotropisch orientiert, stößt mit ihrer Spitze nun aber auf den *Viscum*-Samen an und erscheint an der Weiterentwicklung gehemmt.

31./1. Die eben besprochenen Keimlinge entwickeln sich nicht weiter. 2 davon werden gezeichnet. Der eine (2 waren auf der gleichen Stufe verblieben) liegt in Fig. 10, der andere in Fig. 9, Taf. I, vor. Vergrößerung ungefähr $3^1/_2$fach.

Der Versuch wird an diesem Tage aufgelassen. Es hatten die 20 ausgelegten *Brassica*-Samen 15 normale Keimpflanzen ergeben; 3 Keimungen verliefen unvollständig, 2 Samen versagten.

Eine prüfende Betrachtung des Ergebnisses zeigt, daß die nach Möglichkeit durchgeführte Entfernung des Schleimes den Keimerfolg jedenfalls sehr begünstigte, was sich in der verhältnismäßig rasch verlaufenen Keimung und dem hohen Prozent (75) normal entwickelter Keimlinge ausspricht.

Wie schon in der Fußnote p. 861 bemerkt, gelingt eine volle Entfernung des Schleimes nicht, bei Wasserzusatz entsteht bei solchen Samen auf der Oberfläche der Samenhaut noch immer eine, wenn auch nur dünne Schleimschicht. Es ist nun bemerkenswert, daß alle neben einem *Viscum*-Samen ausgelegten *Brassica*-Samen normale Keimpflanzen ergeben

nahezu mit Feuchtigkeit gesättigte Luft in der Petrischale zurückzuführen. Übrigens habe ich einen solchen Erfolg schon in der Fußnote 2, p. 12, meiner Abhandlung »Über den Mangel einer Ruheperiode bei den Mistelsamen« hervorgehoben.

hatten (9, der 10. ungekeimt verbliebene Same war vermutlich an sich minderwertig!), während die 3 unvollkommen gebliebenen Keimungen Samen betreffen, die *Viscum*-Samen auflagen. Es ist eben zweifellos, daß die nebengelagerten Samen von der dünnen Schleimhülle kaum berührt wurden, während die *Viscum*-Samen aufgelagerten doch einen dauernden Kontakt mit der noch vorhandenen Schleimschicht hatten. Die Versuche weisen also deutlich auf den Schleim als die Keimung schädigenden Faktor; je vollständiger seine Entfernung gelingt, desto weniger treten Keimungshemmung und Schädigung hervor.

Das Ergebnis des Versuches VIII steht im Einklang mit dem des Versuches VII, wo eine Förderung der Keimung durch Verdünnung des Mistelschleims nachgewiesen werden konnte, wenn auch die Schädigung der Keimlinge noch recht merklich zur Geltung gekommen war.

IX. Versuch. Derselbe erbringt überzeugend den Nachweis, daß Hemmung und Unterdrückung der Keimung von Samen durch den Schleim bewirkt wird; auch wird durch ihn die Wahrscheinlichkeit, daß an den Schädigungen, welche an den Keimlingen beobachtet wurden, ein von Samen ausgehender Giftstoff beteiligt ist, sehr herabgesetzt, wenn auch, wie später hervorgehoben werden soll, nicht einwandfrei widerlegt.

Laurent[1] folgerte aus seinen Versuchen über die Giftwirkung von Mistelkeimen, Mistelschleim etc. auf die Birnbäume, daß der Giftstoff hauptsächlich vom Embryo zur Zeit der Keimung sezerniert werde. Er resumiert: »La toxine du Gui existe donc en plus grand quantité dans les plantules en germination; vers le 15 mai, il y en a aussi dans la pulpe des baies. Sans doute, elle est secrétée par les embryons en germination et diffuse dans la pulpe.«

[1] »De l'influence du sol sur la dispersion du gui et de la cuscute en Belgique« (Bulletin de l'agriculture, Tome XVI, 1900, Bruxelles).

Die keimungshemmende Wirkung des Mistelschleims auf Samen scheint Laurent unbekannt gewesen zu sein.

Der Versuch IX bezweckte eine vollständige Entfernung des Mistelschleims von den Samen. Dies war nur dadurch möglich, daß der Schleim zunächst wie im Versuche VIII entfernt, dann aber sorgfältig auch die ganze Samenschale abpräpariert wurde. Wie schon vorher erwähnt, entwickelt auch nach Wegnahme der Hauptmenge des Schleims, die scheinbar zunächst schleimfreie Samenschale bei jeder Wasserzufuhr noch eine dünne Schleimschicht.

Das Abpräparieren der Samenschale bei möglichster Schonung des Samens ist ziemlich schwierig. Es wurde deshalb nur mit fünf so präparierten Samen zunächst ein Vorversuch beabsichtigt. Das Ergebnis des durchgeführten war aber so klar, daß von einer Wiederholung mit einer größeren Anzahl solcher Samen abgesehen werden konnte.

Der Versuch wurde am 30./9. 1916 vormittags eingeleitet. Die fünf tatsächlich schleimfreien *Viscum*-Samen wurden auf sterilisiertes Filterpapier, das mit destilliertem Wasser getränkt war, in das Bodenstück einer Petrischale ausgelegt. 10 Samen von *Brassica*, durch 2 Stunden in lauwarmem Wasser vorgequollen, kamen dazu. 2 wurden auf die Mistelsamen gebracht, 8 neben diesen, bei möglichster Annäherung, ausgelegt. Die mit dem Deckelstück geschlossene Petrischale wurde auf dem am Fenster stehenden Tische eines nach Norden gelegenen Institutsraumes aufgestellt. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 13° bis 17° C. Die Keimung der Samen begann am 3./10. Vier neben *Viscum* liegende standen an diesem Tage im Keimbeginn, doch keimten am 4./10. auch die auf den *Viscum*-Samen aufliegenden und schließlich alle 10 ausgelegten *Brassica*-Samen; der letzte am 9./10. Die Keimung war normal, die Hauptwurzel kam zuerst hervor und entwickelte sich ungehemmt. Auch die Kotyledonen entfalteten sich ungestört, ergrünten und zeigten keine Spur jener Schädigung, die wir vorausgehend besonders an den Keimlingen der Kulturen VII und VIII besprochen und durch Abbildungen erläutert haben.

Daß die **Hemmung** der Samenkeimung tatsächlich auf den Schleim zurückzuführen ist, erscheint demnach völlig sicher. Weniger sicher erschien aber die Frage gelöst,

ob die in den Versuchen VII und VIII erörterten Schädigungen der Keimlinge auch dem Schleim zuzuschreiben sind oder auf einer Giftwirkung beruhen, die vom Mistelsamen ausgeht. Im Versuche IX unterblieb jede Schädigung der Keimlinge. In dem Falle hat sich keine Giftwirkung der Mistelsamen gezeigt. Sie ist also wenigstens sicher nicht vorhanden, ehe der Mistelsame in Keimung begriffen ist. Wie aus der oben angeführten Stelle aus Laurent's Abhandlung ersichtlich ist, schreibt er jedoch die Sekretion des Giftes erst dem keimenden Embryo zu. In den Versuchen VII und VIII traten allerdings während derselben schon Keimungen der Mistelsamen auf; im Versuche VI aber war das nicht der Fall und doch traten auch in diesem schon die schädigenden Wirkungen an den Keimlingen hervor (vgl. p. 851, Fußnote 2). Dies spricht dafür, daß der Schleim sie veranlaßt. Immerhin schien es geboten, noch einen weiteren Versuch mit auskeimenden Mistelsamen folgen zu lassen. Wie im Versuche IX war auch in diesem neuen Versuche durch Ablösung der Samenhaut für vollständige Ausschaltung des Beerenschleimes zu sorgen.

X. Versuch. Der vorstehend angedeutete Versuch wurde am 8./11. 1916 eingeleitet. Die gekeimten *Viscum*-Samen stammten von einem andersartigen Versuche her, in dem am 25. 10. alle 20 ausgelegten Samen gekeimt hatten. 9 solche, alle zweiembryonig, wurden durch das Entfernen der Samenhaut[1] jeder Spur von Schleim befreit und auf das in mehreren Lagen das Bodenstück einer Petrischale deckende, wasserdurchtränkte Filterpapier ausgelegt. Neben sie (21) oder auf sie (7) kamen mit möglichster Annäherung die 28 *Brassica*-Samen, die vorausgehend 1 Stunde in 96prozentigem Alkohol, dann 2 Stunden in lauem Wasser gelegen, also vorgequollen waren. Die Temperatur im Versuchsraume, wo die Kultur an einem Nordfenster stand, schwankte während des Versuches untertags zwischen 15 bis 18°, nachts kamen Senkungen bis auf 10, auch 9° C. vor.

[1] An den gekeimten Samen gelingt das leicht.

Der Versuch verlief in folgender Weise: Das Keimen der *Brassica*-Samen setzte am 11./11. ein: unter den 5 keimenden Samen befanden sich 2 der *Viscum*-Samen aufliegenden (alle 7 solchen keimten schließlich). Am 13./11. waren 20 Samen gekeimt. Die Keimung verlief normal, Hemmung oder Schädigung der Wurzel war nirgends zu beobachten. Am 14./11. waren 25 Samen gekeimt, einer folgte noch verspätet am 23./11., 2 blieben ungekeimt[1] (Abschluß des Versuches am 7./12.). Aus den Aufzeichnungen über die Kultur seien noch folgende hervorgehoben: 18./11. Die Wurzeln aller *Brassica*-Keimlinge sind lang ausgewachsen; bei vieren ist der Spitzenteil gebräunt und das Wachstum dort sistiert und bei einer von den vieren der gebräunte Teil verschrumpft. Ob diese Wurzelspitzen in Berührung mit Mistelsamen kamen, ist unsicher. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß hier eine Giftwirkung vorliegt, doch ist dann die Art der Schädigung gänzlich verschieden von der Keimungshemmung, die der Mistelschleim bewirkt. 21./11. Bei einem der Keimlinge sind etwas fleckige Stellen an den Kotyledonen vorhanden. Eine Giftwirkung liegt wohl auch hierin kaum vor: manche Wurzeln stehen in enger Berührung mit den Mistelsamen, ohne daß an den Kontaktstellen eine Spur von Schädigung wahrzunehmen ist.

Der Versuch spricht also wieder deutlich dafür, daß sowohl die Keimungshemmung als auch die Schädigung der Keimlinge auf den Mistelschleim zurückzuführen ist. Während

[1] In diesem Versuche wie in den folgenden wurden die Samen von *Brassica* einer Desinfektion durch ein Alkoholbad unterzogen. Wie ein Vorversuch gezeigt hat, dürfte dadurch das Keimprozent etwas herabgesetzt worden sein. In diesem am 22./9. 1916 angesetzten Versuche wurden in Schale 1 Samen, die 1 Stunde, in Schale 2 Samen, die 2 Stunden in Alkohol gelegen hatten, ausgelegt, während in die Schale 3 Samen, die nur in destilliertem H_2O 3 Stunden gelegen waren, kamen. Bis 29./9. keimten in Schale 1 26·7, in Schale 2 26·6, in Schale 3 15% der Samen nicht. Verspätete Keimungen wären ohne Zweifel noch nachgefolgt, immerhin scheint das Alkoholbad das Keimprozent etwas herabzusetzen. Deshalb werden im Versuche X und den folgenden die nicht zur Keimung gekommenen Samen nicht als durch die zu prüfenden Agentien, sondern durch das Alkoholbad geschädigt angesehen und nur ihre Zahl genannt.

ganz in Schleim versenkte Samen überhaupt nicht keimen können und nach längerem Liegen in demselben das Keimvermögen verlieren, tritt die Keimungshemmung und Schädigung um so weniger hervor, je mehr für Verdünnung oder Entfernung des Schleimes gesorgt wurde. Bei gänzlicher Beseitigung des Schleimes (Versuche IX und X) durch Ablösen der den Schleim tragenden Samenhaut ist von einer Hemmung der Keimung keine Spur mehr und eine Schädigung der Keimlinge entweder nicht (Versuch IX) oder nur in geringstem und fraglichem Maße vorhanden (Versuch X). Im Versuche IX, wo die Mistelsamen ungekeimt verwendet wurden, ist der Schleim völlig ausgeschlossen gewesen. Im Versuche X war vielleicht sein Ausschluß weniger vollständig. Derjenige zwar, der der Mistelsamenhaut aufliegt und von ihr, solange sie vorhanden ist, immer wieder bei Wasserzutritt entsteht, war durch das Entfernen der Samenhaut beseitigt worden. Doch ist daran zu erinnern, daß auch seitens der Haftscheibe des Mistelhypokotyls ein schleimartiger Stoff als Haftmittel entwickelt wird.[1] Da die Hypokotyle der verwendeten Samen noch kurz und die Haftscheiben wenig entwickelt waren, können nur Spuren solchen Schleimes vorhanden gewesen sein. Dieser Schleim der Haftscheiben scheint stofflich von dem der Schleimhülle des Samens mehr minder verschieden zu sein, was damit zusammenhängt, daß die stark kutinisierte Epidermis der Haftscheibe hier in den Verschleimungsprozeß einbezogen wird.[2] Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß dieser Schleim Giftwirkungen auf gewisse Pflanzengewebe zu üben vermag.[3]

---

[1] Diese Ausscheidung erwähnt schon Pitra (»Über die Anheftungsweise einiger phanerogamer Parasiten an ihre Nährpflanzen«. Botan. Ztg. 1869). Er sagt: »Nachdem das verdickte Wurzelende des Stengelchens an die Rinde des Baumzweiges gelangt ist, wird es hier durch eine klebrige Aussonderung seiner Oberfläche befestigt.

[2] Auch das hat Pitra richtig beschrieben, »der Cuticularstoff der Verdickungsschichten, so wie der Cuticula wird wahrscheinlich aufgelöst«.

[3] Als Giftwirkungen erscheinen vor allem die weitgehenden Schädigungen, welche Mistelkeime an Birnbäumen verursachen; sie wurden zuerst von Laurent als solche bezeichnet und beschrieben. Von mir wurden Ergebnisse mehrjähriger Studien darüber veröffentlicht. Vgl. E. Heinricher.

Über die Besonderheit dieses Schleimes geben folgende Beobachtungen etwas Aufklärung. Am 9./12. wurde eine Vergleichskultur von *Viscum*-Samen angelegt, einerseits mit 20 ihren Schleimbelag voll besitzenden Samen, andrerseits mit 20, bei denen der Schleim — soweit dies bei Belassen der Samenhaut möglich — tunlichst entfernt worden war. Die Samen wurden reihenweise auf Schreibpapier ausgelegt und dieses einem Holzbrettchen angeheftet, das in senkrechter Lage auf der nach Süden gerichteten Hinterwand des Südhauses befestigt war. Das eigentliche Ziel des Versuches kann hier außer Betracht gelassen werden. Die Kulturen blieben bis 7./3. im Südhaus, von da ab lagerten sie im Nordhaus. Im Südhaus herrschte starke Sonnenbestrahlung und häufig eine übermäßige Erhöhung der Temperatur und der Lufttrockenheit, was schon zum Absterben einzelner Keimlinge geführt hatte. Im Südhaus war der Schleimbelag zu einer mehr oder minder festen Kruste eingetrocknet, hatte aber das unterlegte Papier durchsetzt, so daß jeder der ausgelegten Samen von einem fettig aussehenden, gelbbräunlichen Hofe umgeben war, den die in Fig. 1, Taf. II vorliegende, bei auffallendem Lichte am 26./5. 1916 gemachte Aufnahme zeigt. Im durchfallenden Lichte (vgl. Fig. 2, Taf. II) war die Erscheinung noch weit auffälliger und man konnte veranlaßt werden, auf die Ausscheidung einer fettigen Substanz zu schließen. Bei den entschleimten Samen fehlten erklärlicherweise diese Höfe um die Samen oder waren nur andeutungsweise vorhanden, hingegen wurden kleine Höfe um die dem Papier angehefteten Haftscheiben der Hypokotyle bemerkbar. Die im auffallenden Lichte gemachte Aufnahme brachte diese kaum zur Geltung; viel besser zeigt diese kleinen Höfe die im durchfallenden Lichte (nachträglich 1917) gemachte Aufnahme in Fig. 3, Taf. II. Sie weist die an der Haftscheibe stattfindende Ausscheidung nach und ein

»Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion«. (Denkschriften der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse. 93. Bd. 1916, 34 S., 4 Taf.)

Vergleich der Fig. 2 und 3 zeigt, daß das Sekret der Haftscheiben die Transparenz des Papiers in besonders hohem Maße bewirkt. Die Ausscheidung erfolgt durch die äußerste Zellage der Haftscheibe. Ihre Zellen haben auch Drüsencharakter, großen Plasmareichtum und ansehnliche Zellkerne. Im jugendlichen Zustand (aus einem Längsschnitte durch eine Haftscheibe, die mit einem Substrat noch nicht in Berührung gekommen war) führt diese Zellen Fig. 11, Taf. II vor. In dieser Zeit vermehren sie sich noch reichlich durch radiale Teilung und haben noch zarte Außenwände ohne Kutikula. Die Sekretion der Zellen beginnt aber bereits, die Oberfläche der Haftscheibe erweist sich schon als etwas klebrig. Fig. 12, Taf. II zeigt einen Teil eines Längsschnittes durch eine Haftscheibe, die sich dem Stengel einer Balsamine angeheftet hatte. Man erkennt die sezernierende Schicht und die Massenhaftigkeit der aufsitzenden Ausscheidung, die eine kanariengelbe Färbung besaß. Die gleichen Zellen vermögen späterhin unter starker Streckung mehr oder minder schlauchartig auszuwachsen und erfahren auch eine oder die andere perikline Teilung.

Das Sekret, das die durchscheinenden Höfe um die Haftscheiben auf Papier erzeugt, ist von dem Schleim der Samen (aus dem die transparenten Höfe um diese hervorgingen) außer durch seine höhere Eignung, Transparenz zu bewirken, auch durch die kanariengelbe Färbung, die es im auffallenden Lichte zeigt, als stofflich verschieden gekennzeichnet. Diese Färbung steht offenbar mit der bekannten gelben Farbe der kutinisierten Schichten von *Viscum* im Zusammenhang.

Gegen die Annahme, daß die Transparenz unter den Schleimhöfen von einem Fettstoff herrühren, schien zunächst ihr Verhalten dem Wasser gegenüber zu sprechen. Als nämlich das in Fig. 1, Taf. II dargestellte Objekt in die Institutssammlung eingestellt werden sollte, blieb in der kleinen, zur Aufbewahrung bestimmten Kuvette am Grunde zufällig noch etwas Wasser zurück. Dieses aufgesogene Wasser zerstörte nun die Höfe der Samen, zu denen es gelangt war, das heißt, zum mindesten die Hauptmasse der

Substanz löste sich, verhielt sich wie Gummi, die transparenten Höfe verschwanden (vgl. die untere Reihe in Fig. 2, Taf. II). Allein eine sorgfältige Betrachtung des wieder trocken gewordenen Präparates im durchfallenden Lichte zeigt, daß zwar wohl die scharf umschriebenen, transparenten Höfe um die Samen verschwanden, nicht aber die die Transparenz erzeugenden Stoffpartikelchen, die nur zerteilt und verlagert wurden. Nun sind die oberen Konturen der Zone, welche die Höhe angibt, bis zu der Wasser aufgesaugt worden war, durch Transparenz ausgezeichnet (im Bilde Fig. 2, Taf. II höchstens andeutungsweise erkennbar), d. h. der Fettstoff wurde durch das Wasser in die Höhe getragen.

Wenn man erwägt, daß bei der Bildung des Klebstoffes durch die Haftscheiben die Kutikularsubstanzen mit in Verwendung gezogen werden und sich die Tatsache vor Augen hält, daß bei den kutinisierten Zellmembranen, gleich wie bei den verkorkten, Fettsäuren eine hervorragende Beteiligung am chemischen Aufbau haben,[1] erscheint die Anwesenheit von Fett im Sekret der Haftscheiben leicht verständlich.

Im eingetrockneten Zustande zeigt der *Viscum*-Schleim viel Ähnlichkeit mit Gummi, wobei allerdings der ursprüngliche Schleim der frischen Beeren durch den Einfluß der Außenwelt (Licht, Sauerstoff) vermutlich mehr oder minder starke chemische Veränderungen erfahren haben wird. Auf die Beziehungen der Pflanzenschleime zu Gummi und Pektinsubstanzen weist auch Czapek[2] hin, wenn auch solche mit Bestimmtheit nicht nachgewiesen sind. Merkwürdigerweise scheint eine genauere chemische Untersuchung des Mistelschleims bisher zu fehlen.

Dafür, daß das Sekret der Haftscheiben stofflich einigermaßen von dem die Beeren umhüllenden Schleim verschieden ist, scheint mir auch folgendes zu sprechen. Im Oktober 1916 ließ ich den Schleim von 20 Beeren abheben und jedes Schleimklümpchen gesondert auf Schreibpapier auslegen. Das

[1] Daß die Fettsäuren nach Wisselingh nicht in beiden Fällen die gleichen sind, ist ohne Bedeutung.

[2] »Biochemie der Pflanzen«, 2. Aufl. 1913, p. 708.

Papier erhielt wieder ein Holzbrettchen als Unterlage und wurde in gleicher Weise wie im Vorjahre die schleimumgebenen Mistelsamen an der Hinterwand des Südhauses aufgehängt.

Am 23./3. 1917 wurde es besichtigt und darauf im durchfallenden Lichte photographiert (Fig. 4, Taf. II). Es ergab sich, daß das Durchtränken und Transparentwerden des Papiers unter den gummiartig eingetrockneten Schleimklümpchen viel geringere Grade erreichte als bei dem vorjährigen Versuche, in dem die Schleimklumpen auch den Samen und schließlich ihre ausgekeimten Embryonen umschlossen hatten. Selbst unmittelbar unter den Schleimmassen war das Papier meist nur teilweise, ziemlich vollkommen nur unter dreien, durchtränkt, ein durchscheinender Hof erschien nur da und dort in geringem Grade angedeutet. Die Fig. 4 bringt die Sache nicht sonderlich gut zur Darstellung, mindestens ist es notwendig, folgendes zur Erläuterung hinzuzufügen: Je heller der Schleimklumpen erscheint, um so höher war darunter die Durchtränkung des Papiers. Die geringe Andeutung einer Hofbildung tritt besonders am oberen Rande einiger Schleimklumpen als helle Zone hervor. Es scheint mir dies darauf hinzuweisen, daß der die Transparenz bewirkende Stoff eben erst von den Haftscheiben der Hypokotyle hauptsächlich geliefert wird, in geringer Menge allerdings auch im Samenschleim vorhanden ist.[1] Das stünde einigermaßen in Übereinstimmung mit der p. 863 zitierten Angabe Laurent's, der das auf die Birnbäume giftig wirkende Toxin hauptsächlich einer Sekretion des keimenden Embryos zuschreibt.

Der die Transparenz bewirkende Stoff ist allem nach doch wohl fettartiger Natur.

Man wäre vielleicht geneigt, auch auf eine harzartige Substanz zu schließen, was um so berechtigter ist, als tatsächlich Pflanzenschleime von solcher Beschaffenheit bekannt

[1] Diese könnte von der stark kutinisierten, epidermisartigen Zellage, die das Endosperm nach außen begrenzt, herstammen.

sind.[1] Ich habe, um über die ganze Frage mehr Klarheit zu gewinnen, noch einige Versuche durchgeführt. Zunächst wurde festgestellt, daß Tropfen dickflüssigen Gummiarabicums auf Papier aufgesetzt, es nicht durchdringen und keine Hofbildung und Transparenz ergeben. Tropft man hingegen in Xylol gelösten Kanadabalsam auf Schreibpapier und läßt ihn eintrocknen, so wird das Papier unter den Tropfen in recht ähnlicher Weise transparent, wie in den Schleimhöfen um die ausgekeimten Mistelsamen. Allein während diese Höfe nicht verschwanden, als ich die oberste Reihe von Samen des Präparates, von dem die Fig. 1 und 2 der Taf. II Teile enthalten, einige Tage in Alkohol von 96%, später in Äther liegen hatte, nach Abdunsten des Alkohols und Äthers in ganz gleicher Weise wie früher vorhanden waren, verschwanden die eingetrockneten Tropfen Kanadabalsams und die Transparenz des Papiers unter diesen im Äther schon nach kürzester Frist.[2]

Das scheint nun sowohl gegen die fett- als gegen die harzartige Natur jenes Stoffes im Mistelschleim zu sprechen. Doch erklärt sich die Sache vielleicht in der Weise, daß sich im Mistelschleim der betreffende Stoff in enger Mischung mit dem gummiartigen befindet und daß letzterer ihn im eingetrockneten Zustande vor der Lösung durch den Äther schützt, der ihm, wie Gummitropfen, nichts anzuhaben vermag.

Da aus den vorausgehenden Versuchen wohl mit Sicherheit hervorgeht, daß das Nichtkeimen anderer Samen im Mistelschleim darauf beruht, daß sie dem Schleime das zum Keimen nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen (wenn

[1] Die Umbelliferenharze enthalten »Pflanzenschleim und Gummi«. (H. Euler, »Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie«, Braunschweig 1908, 1. T., p. 138.)

[2] In 96% Alkohol allerdings nach tagelangem Stehen nicht. Der Kreis, den die Tropfen gebildet hatten, blieb als weiß verfärbte Masse erhalten. Eine Art Verflüssigung trat allerdings auf, indem in Form von weißlichen Fäden vom oberen zum unteren Tropfen eine Brücke entstanden war und vom unteren Tropfen etwas derartiger Substanz am Grunde des Stoffhälters sich ablagerte.

sie vorgequollen waren, eventuell umgekehrt der Mistelschleim aus dem Samen Wasser bezieht), daß ferner bei Verdünnung und starker Verminderung der Schleimmenge Keimung zwar eintritt, an den Keimlingen aber doch noch Schädigungen verschiedenen Grades wahrnehmbar werden, die auf Wasserentzug aus den Organen des Keimlings durch den Schleim zurückzuführen sind, schien es vom Interesse, zu verfolgen, ob solche Schädigungen auch durch kolloidale Substanzen anderer Art hervorgerufen werden können. Zu solchen Versuchen ermunterten die in den Versuchen III und IV mit der Gelatinelösung beobachteten Keimungshemmungen und ebenso jene, die Tomann bei Verwendung verschiedener Pflanzenschleime beobachtet hatte (vgl. Zitat p. 845). Außer mit einem Pflanzenschleime wurden diesbezügliche Versuche mit Lösungen von Gummiarabicum durchgeführt.

XI und XII. Versuche über die Wirkung des Beerenschleimes von Anthurium scandens Engl.

XI. Versuch. In unserem Warmhause fruchtete die genannte Aroidee, eine offenbar epiphytisch oder doch hemiepiphytisch lebende Pflanze Brasiliens, reichlich. Die Beeren haben etwa die Größe von Mistelbeeren, doch nicht ihre hellweiße Färbung, sondern eine mattweiße, wachsartige. Offenbar ist ihr Schleim weit weniger von lufthaltigen Räumen durchsetzt als jener der Mistelbeeren. Auf Druck springt die Beerenhaut und tritt der Schleim als ziemlich feste Masse hervor, ähnlich wie bei den Mistelbeeren, doch ist er fast gar nicht fadenziehend, haftet jedoch einigermaßen an den Fingern. Im Schleim eingebettet, liegen 1—4 Samen; sie sind kleinen *Melampyrum*-Samen ähnlich, jedoch weisen sie an Stelle des bei diesen vorhandenen geschwärzten Poles einen grünen auf. Der grüne Pol kommt durch das Durchschimmern des chlorophyllhältigen Embryos zustande.

Die Schleimmasse von 18 Beeren wurde auf 2 Lagen sterilisierten Filterpapiers, das mit destilliertem Wasser getränkt worden war, einzeln ausgelegt; auf jeden Schleim-

klumpen kam ein (ausnahmsweise zwei) Same von *Brassica*. Die 20 verwendeten *Brassica*-Samen waren 2 Stunden in 96 prozentigem Alkohol gelegen und dann durch 18 Stunden einer Vorquellung in Wasser, das anfangs eine Temperatur von 30° C. hatte, unterworfen worden. Die Aufstellung der Kultur erfolgte am Fenster eines nach Norden gelegenen Zimmers, dessen Temperatur untertags zwischen 13 bis 14° C. schwankte, am 6./10. 1916.

Verlauf des Versuches: Am 10./10. standen 16 *Brassica*-Samen im Keimbeginn, der insoweit normal verlief, als das Würzelchen zuerst hervortrat. Der *Anthurium*-Schleim machte den Eindruck, als sei er etwas flüssiger geworden. Bei einigen der Schleimklumpen trat eine Verunreinigung auf, die bei zweien schon stärker war und eine schwärzlichgrüne Färbung hatte. Wie spätere Prüfung ergab, war es das ziemlich derbe Mycel eines Pilzes, dessen Keime offenbar der Haut der *Anthurium*-Beeren angehaftet hatten.

11./10. Es ist keine weitere Keimung hinzugekommen, auch die am Vortage vorhandenen Keimlinge haben ihre Weiterentwicklung eingestellt.

13./10. Noch kein Fortschritt in der Entwicklung. Die Keimlinge verharren auf der am 10./10. erreichten Stufe, die Würzelchen haben höchstens 1 *mm* Länge, der in der Samenschale verbliebene übrige Embryo zeigt keine Neigung zur Entfaltung, im Gegenteile scheint er zu verfallen.

14./10. Die erwähnte Verunreinigung hat sich auf die meisten Schleimklumpen ausgebreitet. Da eine weitere Keimung oder Wachstum der Keimlinge nicht zu erwarten war,[1] wurde die Kultur aufgelassen.

Es erscheint somit kaum fraglich, daß auch der *Anthurium scandens*-Schleim die Keimung anderer Samen hemmt, so wie es Tomann für andere Pflanzenschleime nachgewiesen hat. Beweisender in dieser Beziehung erscheint wohl der folgende Versuch, in dem nochmals der gleiche Schleim Verwendung fand.

---

[1] Ohne Abänderung der Bedingungen! Daß sie bei Wechsel derselben nicht ausgeschlossen sind, erweist der folgende Versuch.

XII. Versuch. Der am 20./10., 4 Uhr nachmittags eingeleitete Versuch war vorerst in der Ausführung dem vorangegangenen ähnlich. Verwendet wurde der Schleim von 13 *Anthurium*-Beeren, dem 16 *Brassica*-Samen aufgelegt wurden. Die Vorquellung letzterer erfolgte durch 5 Stunden im warmen Wasser (Napf auf den Heizröhren stehend), die Temperaturen im Versuchsraume waren untertags etwas höher, da der Raum geheizt wurde (13 bis 19·5° C.).

Die Keimung der *Brassica*-Samen setzte am 24./10. bei 8 Samen ein, die zum Teil die Radicula etwas vorgeschoben hatten, zum Teil nur Sprengung der Testa aufwiesen.

25./10. Keimbeginn bei 10 Samen. Die Schleimklumpen erscheinen mehr oder minder zusammengesunken. Einige Keimlinge haben die Radicula etwas mehr entwickelt als im vorangegangenen Versuche, doch kommt das nur durch die stärkere Verlängerung des Hypokotyls zustande, die Hauptwurzel bleibt gehemmt. Gesamte Länge der Radicula höchstens 2 *mm*. Die gleiche Verunreinigung wie im Versuche XI tritt auf.

26./10. Gekeimt haben 14 Samen, doch sind 9 Keimlinge im ersten Beginne stecken geblieben, während 3 ihre Hauptwurzel teilweise entwickelten und am basalen Teile Wurzelhaare entsandten. Die mit dem Schleim in Berührung befindliche Spitze hingegen erscheint gehemmt. Bei 2 anderen Samen ist das Hypokotyl stark vorgeschoben, die Wurzelanlage aber ganz gehemmt.

An diesem Tage werden die *Brassica*-Samen und -Keimlinge im Wasser gereinigt und auf mit Wasser getränktes Filterpapier übertragen.

27./10. 3 Keimlinge sind ganz aus der Samenschale hervorgetreten, jedoch scheint nur einer eine völlig intakte Wurzelspitze zu haben; bei den meisten ist die Wurzelspitze gebräunt (öfters nur einseitig) und dann in der Weiterentwicklung gehemmt.

28./10. 2 Samen noch immer ungekeimt, 4 scheinen im ersten Beginne der Keimung eingegangen zu sein. Bei einigen Keimlingen wächst das Hypokotyl, aber die Wurzel ist ganz oder doch im Spitzenteil abgestorben. Ein solcher Keimling

wurde dreifach vergrößert gezeichnet (vgl. Fig. 5, Taf. II). Auch die Kotyledonen sind, wenn sie sich überhaupt noch zu entfalten vermögen, überall geschädigt; so auch bei dem einen Keimling, dessen Hauptwurzel sich normal zu entfalten vermochte.

30./10. 2 der am 28./10. im ersten Beginn der Keimung als eingegangen bezeichneten Keimlinge haben sich kümmerlich weiter entwickelt. Die Entwicklung beschränkt sich allerdings auf das Wachsen des Hypokotyls, die unentwickelte Hauptwurzel ist abgestorben. Die Hauptwurzeln von 5 Keimlingen wuchsen schließlich mehr oder minder normal aus. Auch Schädigung der Kotyledonen ist vorhanden, und zwar selbst bei den Keimlingen, die sich mehr oder minder zu entfalten vermochten. Die Schädigung spricht sich aus in teilweisem Ausbleiben des Ergrünens und auch in abgestorbenen, gebräunten Stellen, besonders an den Rändern der Keimblätter.

Einen derartigen Keimling führt die Fig. 6 ($1^1/_2$fach vergrößert) vor. Seine Wurzel war abgestorben und die Ränder der Keimblätter wiesen gebräunte, abgestorbene Gewebeteile auf.

Am 1./11. wurde der Versuch aufgelassen.

Man sieht, der Verlauf des Versuches XII entspricht im ersten Teil wesentlich dem des XI. Von größerem Interesse ist das Ergebnis, das er im zweiten Teile zeitigte; es ergab sich, daß die Entfernung des Schleimes die Entwicklungshemmung weitgehend aufhebt. Die Weiterentwicklung der vom Schleime gereinigten Keimlinge zeigte, daß die Keimlinge in wechselndem Maße sich geschädigt erwiesen und die Art der Schädigung unschwer als ähnlich jener zu erkennen ist, die wir bei den in der Durchführung gleichen Versuchen VI und VII als durch den Mistelschleim bewirkt kennen gelernt haben: Hemmende Wirkung besonders auf die angelegte Hauptwurzel, öfters Absterben derselben oder doch ihres Vegetationspunktes, Störungen in den Geweben der Kotyledonen (Mangel der Chlorophyllbildung offenbar infolge Zugrundegehens der Plastiden), auch streckenweises Absterben von Gewebepartien.

XIII und XIV. Die Versuche mit Lösungen von Gummiarabicum.

XIII. Versuch. In 110 cm^3 destillierten Wassers wurden 66·36 *g* Gummi gelöst und die dicke Lösung in strömendem Dampfe sterilisiert. Diese Lösung wird als Stammlösung bezeichnet und wurde teils als solche, teils in weiterhin angegebener Verdünnung zu den Kulturversuchen verwendet. Jede Kultur wurde mit 20 *Brassica*-Samen beschickt, die vorerst 2 Stunden in 96 prozentigem Alkohol gelegen hatten, dann durch $17^1/_2$ Stunden in Wasser vorgequollen wurden, das anfangs eine Temperatur von 30° hatte.

Die Kulturen wurden in Petrischalen durchgeführt, in deren Bodenstück die Gummilösung in so niederer Schicht eingegossen wurde, daß die in sie ausgelegten *Brassica*-Samen teilweise aus ihr hervorragten. Im Deckelstück der Schalen wurden 3 Lagen mit destilliertem Wasser durchfeuchtetes Filtrierpapier angebracht. Die Kulturen, die am 6./10. 1916 angesetzt wurden, standen an einem Nordfenster. Bis 16./10. war die Zimmertemperatur meist 13 bis 13·5° C., nur einmal 12° als Minimum, einmal 14·5° als Maximum. Am 17./10. wurden die Kulturen aufgelassen, nur eine (I) wurde in abgeänderter Form bis 10./11. weitergeführt. In dieser späteren Zeit war untertags die Temperatur höher, stieg bis auf 20°C., da seit 16./10. das Institut geheizt wurde.

Die vier Kulturen unterschieden sich in der Konzentration der Gummilösung. I erhielt die Stammlösung, II Stammlösung und destilliertes H_2O im Verhältnis 1 : 1, III Stammlösung: destilliertes H_2O = 1 : 2, IV Stammlösung: destilliertes H_2O = 1 : 4.

Der Verlauf der Versuche sei nun zunächst bis 17./10. beschrieben, während die abgeänderte Weiterführung der Kultur I nachträglich zur Besprechung gelangt.

I. 10./10. 1 Same keimend (normal, Wurzel voran); 11./10. 3 Samen; 13./10. 7 Samen keimend, 5 davon mit ausgetretener Wurzel, 2 im ersten Beginn (nur Sprengung der Samenhaut); 16./10. 8 Samen keimend, die Radicula (Hypokotyl + Wurzel) überall hervorgetreten, doch die Wurzel

überall gehemmt, nur bei einem Keimling etwa 2·5 *mm* lang; am 17./10. kein Fortschritt.

II. 10./10. 8 Samen keimend; 13./X. 4 Keimlinge ganz aus der Samenschale getreten, 4 teilweise, 2 im ersten Keimungsbeginn. Die Wurzel der ersteren wächst etwas, doch ist eine vorhandene Hemmung unverkennbar; 14./10. 12 Keimlinge; 16./10. 16; 6 davon unvollkommen, 1 Keimling mit recht gut, 9 mit mehr oder minder entwickelter Wurzel, immerhin bis über 1 *cm* lang; 17./10. 17 Keimlinge, 7 davon unvollkommen gekeimt, 2 ohne ausgetretene Radicula, bei den übrigen war sie nur 1 *mm* lang, 10 haben die Samenhaut ganz abgestreift, die Kotyledonen sind zum Teil im Ergrünen. Die Entwicklung der Wurzel ist sehr verschieden, von kaum 2 *mm* Länge bis 1 *cm* und darüber, bei einem 2 *cm*, bei einem anderen 3 *cm* lang.

III. 10./10. 13 Samen keimend; 13./10. 19, 5 noch im ersten Beginn (Sprengung der Samenhaut), 5 Keimlinge hingegen ganz hervorgetreten. Etwas Hemmung im Wurzelwachstum tritt auch hier hervor; 14./10. Ein Paar Wurzeln wachsen aus, sie sind aber in dem feuchten Raum über die Gummilösung geraten; 16./10. Bei den stärksten Keimlingen setzt das Ergrünen der Kotyledonen ein; 17./10. 4 von den 19 Keimlingen zurückstehend, 2 ohne hervorgetretene Radicula, 2 mit stark gehemmter, nur 1 *mm* langer. Bei den übrigen 15 Keimlingen die Wurzel meist etwa 1 *cm* lang, bei 3 Keimlingen zwischen 2 bis 3 *cm*.

IV. 10./10. 7, 11./10. 10, 13./10. 16 Samen keimend; davon befinden sich am 13./10. 7 Samen noch im Beginn des Keimens, während 2 Keimlinge schon ganz aus der Samenhaut hervorgetreten sind. Die Wurzel ist bei einem stärker ausgewachsen, er hat sie in den feuchten Raum über die Gummischicht hervorgehoben; 17./10. 2 Samen ungekeimt, 18 gekeimt, davon 2 im Beginn des Keimens, mit noch nicht hervorgebrochener Radicula. In der Samenschale stecken noch 2 Keimlinge; einer hat nur das Würzelchen vorgeschoben (1 *mm* lang), ein zweiter mit den Keimblättern noch teilweise in der Testa, Hypokotyl und Wurzel (1 *cm* lang). Der Rest der Keimlinge hat eine 1 bis 3 *cm* lange Wurzel, einer sogar eine von 6 bis 7 *cm* Länge.

Ehe an eine zusammenfassende Betrachtung des Ergebnisses geschritten wird, sei noch über das Verhalten der Kultur I berichtet, die vom 17./10. unter veränderten Bedingungen bis 10./11. weitergeführt wurde.

Am 17./10. wurden die vorhandenen 8 Keimlinge und die ungekeimten Samen in Wasser gereinigt und in einer größeren und höheren Petrischale auf durchfeuchtetes, sterilisiertes Filterpapier übertragen. Es wurde also so verfahren wie in vielen der vorangegangenen Kulturen, wo die Entfernung des Mistelschleimes, oder in Kultur XII des Schleimes von *Anthurium scandens* vorgenommen worden war; es sollte ermittelt werden, ob und welche dauernde Schädigung an den Keimlingen oder Samen, die durch 10 Tage in der konzentrierten Gummilösung gelegen waren, hervortreten würde.

Schon am 18./10. waren 14 Samen keimend, zu den 8 in der Gummilösung in den Keimbeginn eingetretenen waren also 6 zugewachsen. Am 20./10. waren alle bis auf einen Samen gekeimt (dieser folgte noch am 21./10.); bei einem war die Radicula eben erst ausgetreten. Ein anderer hatte nicht normal gekeimt, die Radicula war in der Samenhaut stecken geblieben, hingegen ein Kotyledo hervorgetreten. 16 der Keimlinge entwickelten ungehemmt die Hauptwurzel, die reichlich Wurzelhaare bildete. Am 23./10. waren die Kotyledonen zumeist ergrünt, Schädigungen an ihnen waren nicht hervorgetreten, die Wurzeln gut entwickelt. Am 27./10. konnten aber Schäden an den Kotyledonen von 3 Keimlingen, und zwar in abgestufter Weise, als vorhanden erkannt werden: 1. weiß bleibende Stellen an den Keimblättern, 2. an den weißen Stellen auch bräunliche Flecke, 3. die Keimblätter auch im Wachstum zurückgeblieben, kaum irgendwo grün und im weißen Grunde graue und braune Flecke nahezu in Überzahl. Bei Abschluß des Versuches konnte starke Schädigung der Kotyledonen an 4 Pflanzen, Schädigung überhaupt an 11 Pflanzen festgestellt werden.

Überblicken wir den Versuch XIII, so kann gesagt werden, daß die hemmende Wirkung der Gummilösung auf die Keimung der *Brassica*-Samen und die Entwicklung der

Keimlinge deutlich hervortrat. Am meisten erklärlicherweise bei Verwendung der Stammlösung, der stärksten Konzentration. Am 17./1. in ihr erst 8 Keimungen, die Keimlinge in der Entwicklung und besonders im Auswachsen der Hauptwurzel gehemmt, während in den Verdünnungsstufen II, III und IV am gleichen Tage doch schon 17, 19 und 18 Samen gekeimt hatten und die Hemmung des Wurzelwachstums zwar noch bemerkbar blieb, aber doch im allgemeinen geringere Grade erreichte. Allerdings tritt in allen vier Kulturen auch ein nicht unbeträchtliches, individuell verschiedenes Verhalten der Keimlinge hervor. So verliefen die Keimungen in IV nicht am raschesten, wie es dem Konzentrationsgrad der Lösung entsprochen hätte, während sie in I, II und III mit demselben in guter Übereinstimmung blieben. In jeder Kultur sind ferner einzelne Keimlinge mit stärkerer Hemmung und im Gegensatze dazu mit relativ sehr geringer zu erkennen. Das wird schließlich auch nicht überraschen, denn das osmotische Vermögen der einzelnen Embryonen und späteren Keimlinge wird ohne Zweifel bedeutenden Schwankungen unterliegen. Auf osmotische Vorgänge sind aber sicherlich die Hemmungen und Schädigungen zurückzuführen, die durch Schleime, Gummi und dergleichen Kolloide bewirkt werden.

Die höheren Pflanzen sind in ihrem osmotischen Vermögen hinter Pilzen und Bakterien bekanntlich ja weit zurückstehend, insbesondere ist ihrem bezüglichen Anpassungsvermögen eine enge Grenze gesteckt,[1] während umgekehrt Pilze und Bakterien sich einer sehr weit reichenden Regulationsfähigkeit erfreuen. Was für die vegetativen Phasen gilt, wird in entsprechender Weise auch für die Vermehrungsorgane zutreffen. Für die Sporen von Schimmelpilzen und Bakterien sind der Mistelschleim wie überhaupt derartige Kolloide nicht nur ein zur Entwicklung geeigneter, ja sogar ein sehr günstiger Boden. Für die Samen der höheren

[1] Vgl. die vorzügliche Abhandlung Stange's: »Beziehungen zwischen Substratkonzentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen« (Bot. Ztg., 50. Jahrg., 1892).

Pflanzen aber offenbar nicht, ausgenommen den seltenen Fall, daß eine besondere Anpassung vorliegt.

Wir wissen ja, ganz abgesehen von der Algenvegetation des Meeres und noch mehr der Salzseen, daß auch bei höheren Pflanzen, infolge besonderer Lebensverhältnisse und angepaßt an diese, höhere osmotische Leistungsfähigkeit vorkommt, wenn sie auch da noch meist hinter der von Schimmelpilzen weit zurückbleibt. So sind im allgemeinen die Halophyten und die parasitischen Pflanzen durch hohen osmotischen Druck ausgezeichnet, wie durch mehrere Untersuchungen bereits nachgewiesen wurde.[1]

Von Interesse ist es, daß Senn gerade für *Viscum album* einen besonders hohen osmotischen Druck, nämlich von mehr als 21 Atmosphären, festgestellt hat. Die Bestimmung des Druckes im Keimling würde wahrscheinlich einen noch höheren Wert ergeben. So erscheint es auch erklärlich, daß die Mistelsamen, allseitig vom Schleime umgeben, zu keimen vermögen.

Was die Fortführung des Versuches I vom 17./1. an betrifft, so ist bemerkenswert, daß die gereinigten, von der Gummilösung befreiten Samen auf dem Filterpapier alle zur Keimung schritten und ihre Wurzeln gut entwickeln konnten. Die Wurzeln hatten also durch den zehntägigen Aufenthalt der Samen in der Gummilösung wohl eine Hemmung, aber keine Schädigung erfahren. Die Gummilösung war in ihrer Wirkung auf die Wurzeln schwächer als der Mistelschleim (vgl. die Versuche I, II, VI und VII) und auch als der von *Anthurium scandens*. Das ist auch leicht verständlich, da die Konsistenz dieser Schleime jene der Gummilösung weit übertraf. Von Interesse aber ist die Feststellung, daß in diesem Falle die Kotyledonen sich empfindlicher erwiesen als die Wurzeln und zum Teile deutlich Schädigungen erkennen ließen, und zwar Schädigungen ganz ähnlicher Art, wenn auch in geringeren Graden, wie sie in vorausgehenden Ver-

[1] D. T. Mac Dougal, »An attempted analysis of parasitism« (Botanical Gazette, Vol. LII, 1911), und G. Senn, »Der osmotische Druck einiger Epiphyten und Parasiten« (Verhandl. der Naturforsch. Ges. in Basel, Bd. 24, 1913).

suchen als durch den Mistelschleim bewirkt beschrieben wurden.

XIV. Versuch. Mit Gummilösung wurde noch eine zweite Kulturreihe in wesentlich gleicher Weise, nur mit beträchtlich gesteigerter Ausgangskonzentration, ausgeführt. Während im Versuche XIII eine 60prozentige Lösung als Stammlösung verwendet worden war, war diese im Versuche XIV 122 %. Die *Brassica*-Samen, wieder je 20 pro Kultur, waren 1 Stunde in Alkohol gelegen und wurden dann durch 12½ Stunden vorgequollen. Ausgesetzt wurden die Kulturen am 18./10. 1916, und zwar: I und I_1 unter Verwendung der Stammlösung, II 3 Teile Stammlösung und 1 Teil Wasser, III Stammlösung zu Wasser = 1 : 1.

Alle vier Kulturen des Versuches XIV wurden nach Verlauf eines gewissen Zeitraumes in jener abgeänderten Form weitergeführt, wie sie im Versuche XIII nur bei der Kultur I angewendet worden war. Der Verlauf der Kulturen war folgender:

I. Erst am 27./10. keimte ein Same, dessen Radicula schief nach oben ausgetreten war; diese Seite des Samens ragte aus der Gummilösung in den feuchten Raum ober ihr vor (im Deckel der Petrischalen befanden sich drei Lagen wasserdurchtränkten Filterpapiers). 28./10. Die Wurzel des erwähnten Keimlings hat sich geotropisch gekrümmt und taucht mit der Spitze in die Gummilösung, ihr darüber befindlicher Teil sendet Wurzelhaare aus. 31./10. Die in die Gummilösung versenkte Wurzel offenbar abgestorben. Bei 3 Samen Anfangsstadien der Keimung vorhanden, bei 2 nur Sprengung der Samenhaut, beim 3. die Radicula ½ *mm* weit vorgeschoben. Schon am 26./10. wurden einzelne Pilzmycelien in der Kultur wahrgenommen, nun war sie schon stark verpilzt (Penicillium). Die angekeimten und nichtgekeimten Samen wurden gewaschen und auf wasserdurchtränktes Filtrierpapier übertragen. 1./11. 14 Samen haben gekeimt. Der am 27./10. gekeimte zeigt starkes Wachstum des Hypokotyls, die Wurzel ist abgestorben. Bei dem Keimling, der in der Gummilösung am Vortage die Radicula vorgeschoben

hatte, scheint dieselbe nicht mehr entwicklungsfähig zu sein, auch sein Hypokotyl ist nicht gewachsen. 31./10. 19 Samen haben gekeimt; außer bei den erwähnten ersten Keimlingen, bei denen die Wurzel gänzlich einging, zeigen noch drei Schädigung der Wurzelspitze, während sie bei den übrigen 14 normal auswächst. 6./11. Schädigung der Kotyledonen sind bei 12 Keimlingen wahrnehmbar, ja (9./11.) bei 15 nachweisbar, bedeutender sind sie (13./11.) bei 7. An diesem Tage wurde die Kultur aufgelassen.

I_1. Bis 27./10. keine Keimung. Am 26./10. waren in der Kultur Bakterienkolonien an drei Stellen, an einer Mycel von Aspergillus, an einer anderen von Penicillium, bemerkt worden. Da eine Keimung in der Gummilösung kaum mehr zu erwarten stand, wurden die Samen in Wasser gereinigt und auf Filtrierpapier wieder ausgelegt. 28./10. Keimbeginn schon bei 14 Samen, teils nur Sprengung der Samenhaut, teils Radicula ausgetreten. 30./10. 19 Samen gekeimt, Schädigung der Wurzel bei 2 Keimlingen. 1./11. Die Wurzelspitze dreier Pflänzchen geschädigt, doch wächst der dahinter gelegene Wurzelabschnitt aus. Schädigung der Keimblätter lassen schon 5 Keimlinge erkennen, am 3./11. mindestens 11. Am 13./11. wurde die Kultur aufgelassen; dauernd und stärker geschädigt waren die Kotyledonen von 7 Keimlingen. Am 7./11. ließ ich von den Kotyledonen eines Keimlings eine Zeichnung anfertigen, die in Fig. 7, Taf. II vorliegt. Das eine Keimblatt ist nicht normal ausgewachsen, in jeder Hälfte ist ein braunschwarzer Fleck aus abgestorbenem Gewebe sichtbar, umrandet von einer weißlich grünen Zone. Die Ähnlichkeit der Schädigung mit der durch den *Viscum*-Schleim tritt hervor. (Man vgl. insbesondere mit Fig. 1a, 1b, Taf. I). Am 13./10. waren die abgestorbenen Stellen dieses Kotyledo von einem saprophytischen Pilz besiedelt.

II. Vom 23./10. ab traten in der Gummilösung Keimungen auf, so daß bis 27./10. 16 solche gebucht werden konnten. Die Keimlinge blieben jedoch, obgleich sie zumeist die Radicula normal hervorgeschoben hatten, sichtlich gehemmt, nur bei dreien war das Würzelchen $1^1/_2$ bis 2 *mm* lang geworden. Alle steckten noch in der Samenschale. Auch hier

wurden nun die Samen und Keimlinge gereinigt und auf frisches Filtrierpapier übertragen. Es keimten darauf bis 30./10. noch 3 Samen. Bei 8 der Keimlinge war Schädigung der äußersten Wurzelspitze vorhanden. Am 31./10. waren auch Schäden an den Kotyledonen von mindestens 10 der Keimlinge nachweisbar, doch glichen sich die Hemmungen späterhin (6./11.) teilweise aus, waren aber, weil stärker, noch am Tage des Auflassens der Kultur (13.11.) bei 8 vorhanden. In Fig. 8, Taf. II ist einer der Keimlinge wiedergegeben (zweifach vergrößert, gezeichnet 3./11. 1916), der eine abgestorbene Wurzel und einen verkümmerten Kotyledo hatte. Dieses Keimblatt war noch nicht ergrünt und hatte gebräunte, von geschädigten Gewebeteilen herrührende Ränder. Nachträglich stellte sich Ergrünen aber doch ein.

III. Bis 21./10. keine Keimung. Einsetzen derselben wahrscheinlich 22./10. (Kultur an dem Tage nicht beobachtet.) 23./10. 12 Samen gekeimt, 24./10. 15. An diesem Tage waren die Verhältnisse folgende: Bei einem war nur die Samenhaut gesprengt, alle übrigen hatten die Radicula vorgeschoben und die Mehrzahl zeigte das kräftige Hypokotyl positiv geotropisch gekrümmt, während die Wurzel gehemmt erschien. 26./10. 18 Keimlinge, bei 2 nur Sprengung der Testa. Bei 4 Keimlingen vermochte die Wurzel doch bis zu $^1/_2$ *cm* Länge zu erreichen; an ihren hinteren Teilen entstanden Wurzelhaare. 3 Keimlinge waren ganz aus der Samenhaut hervorgetreten, 2 entfalteten teilweise die Keimblätter. Am 27./10. wurden die 2 noch ungekeimten Samen und die 18 Keimlinge im Wasser gereinigt und auf getränktes Filtrierpapier übertragen. 28./10. Die beiden letzten Samen keimen, einer davon hat die Radicula vorgeschoben, aber die Spitze der Wurzel ist bräunlich verfärbt und sichtlich geschwächt. Das gleiche ist auch an den Wurzeln von 5 weiteren Keimlingen der Fall, deren ältere Wurzelpartien normal und weiß erscheinen. Schädigung der Keimblätter läßt sich schon für 8 Keimlinge annehmen. 31./10. Auch der letzte Keimling hat die Radicula vorgetrieben, doch ist die ganze Wurzelanlage gebräunt und offenbar abgestorben. 3./11. Schädigung der Kotyledonen ist bei mindestens 8 Keimlingen

vorhanden; bei 4 war sie am 31./11., da die Kultur aufgelassen wurde, als stark zu bezeichnen.

Der Versuch XIV bestätigte und erweiterte die Ergebnisse des XIII. Entsprechend der verstärkten Konzentration der Gummilösung war das Keimen in der Stammlösung ganz gehemmt (I_1) oder erreichten doch nur 4 Samen ein Anfangsstadium der Keimung (I). Daß auch dies nur Dank der Vorquellung der Samen erfolgen konnte, ist zweifellos. In den abgeschwächten Konzentrationen stieg die Zahl der Keimungen beträchtlich an, sie erfolgten auch früher; in der Kultur II blieben jedoch die ausgetretenen Wurzeln fast alle vollends gehemmt, während in der Kultur III doch einige etwas Wachstum aufwiesen. Das individuell verschiedene osmotische Vermögen der Keimlinge fand auch hier seinen Ausdruck. Auch zeigte sich deutlich, daß die osmotische Leistung des Hypokotyls jene der Wurzel offenbar übertrifft. Die Schädigung der Wurzel erwies sich im allgemeinen aber als stärker in den Kulturen II und III, also in den minderen Konzentrationen, als in den Stammlösungen (I und I_1). Das erscheint auf den ersten Blick widersinnig, findet aber doch leicht Aufklärung. Offenbar ist das darauf zurückzuführen, daß diejenigen Samen, die in den Stammlösungen gar nicht keimten (bei I_1 alle), dadurch vor einem unmittelbaren Kontakt der Wurzel mit der Gummilösung bewahrt blieben, was sie der schützenden Samenhaut zu danken hatten. Sehr bezeichnenderweise war die Zahl der geschädigten Wurzeln gerade in I_1 am geringsten. In I hingegen gingen die Wurzeln aller in der starken Konzentration in das Anfangsstadium der Keimung eingetretenen Keimlinge ein.

Im ganzen überwogen auch in Kultur XIV die Schäden an den Keimblättern jene an den Wurzeln. Sie fanden sich ungefähr proportional zur verwendeten Konzentration vor. Diese Schäden rühren wohl daher, daß in den Keimblättern erst mit der Reaktivierung der Reservestoffe ganz allmählich die osmotische Leistung der Zellen steigt. Wie die Zellen in den getöteten Teilen der Keimblätter, die durch den viel stärker wirksamen Mistelschleim geschädigt waren, fast

unentleert vorgefunden werden, ist an früherer Stelle angeführt.

Die Versuche mit den Gummilösungen ergaben also ähnliche Wirkungen auf die Samen und Keimlinge wie der Mistelschleim, so daß die Erklärung der Wirkungen, als in einer Störung der osmotischen Verhältnisse durch die Kolloidnatur der Schleime gelegen, wohl als begründet angesehen werden darf. Wenn die Wirkungen der Gummilösung nicht den vollen Grad jener des Mistelschleims erreichten so ist darauf hinzuweisen, daß die Gummilösung eben auch nicht jenen Grad der Konsistenz erreichte, den der *Viscum*-Schleim besitzt. Ebenso bieten die verschiedenen Pflanzenschleime solche Unterschiede und wird ihnen parallelgehend auch ihr Einfluß auf das Keimen der Samen und die Keimlinge ein wechselnder sein.

Zusammenfassung.

v. Wiesner hat im Schleim der Mistelsamen das Vorhandensein eines oder mehrerer Stoffe (Hemmungsstoffe) angenommen, durch welche er einerseits die »Ruheperiode« der Mistelsamen, andrerseits aber auch die Tatsache zu erklären suchte, daß die Samen anderer Pflanzen, welche sonst rasch keimen, auf dem Mistelschleim nicht oder nur sehr verspätet und schlecht zur Keimung gelangen. Dieser Ansicht Wiesner's trat Verfasser schon früher entgegen. Daß die »Ruheperiode« der Mistelsamen selbst durch einen Hemmungsstoff im Schleime der Samen bedingt sein könne wurde durch den Nachweis widerlegt, daß den Mistelsamen überhaupt keine durch innere Gründe bedingte Ruheperiode eigen ist, sie vielmehr bei richtiger Wahl der Außenbedingungen jederzeit sofort zur Keimung gebracht werden können. Die hemmende Wirkung des Mistelschleims auf die Keimung anderer Samen wurde vom Verfasser aber zuerst auf einen im Schleim enthaltenen Giftstoff (toxische Wirkung) zurückgeführt, späterhin diese

Deutung jedoch zurückgenommen und durch die Annahme zu erklären versucht, daß die **physikalische Beschaffenheit** des Mistelschleimes und die durch sie bedingten Störungen der osmotischen Vorgänge das Nichtkeimen oder schlechte Keimen anderer Samen verursachen. Die vorliegende Studie bringt die zur Begründung dieser Deutung durchgeführten Versuche.

Die Vorversuche bestätigten einerseits die tatsächlichen Angaben v. Wiesner's, andrerseits deuteten sie schon auf die Richtigkeit der vorgetragenen Auffassung hin. Die Ergebnisse der folgenden erweiterten Untersuchung, die sich auf die Samen von *Brassica oleracea* beschränkten, sprachen ebenfalls in dem Sinne, daß die abträgliche Wirkung des Mistelschleimes nicht durch Hemmungsstoffe oder durch einen Giftstoff zustande komme, **sondern daß durch den Schleim und ebenso durch andere ähnliche Kolloide den Embryonen der Samen der Bezug des zur Keimung nötigen Wassers verwehrt oder, bei Vorquellung der Samen im Wasser, durch Wasserentziehung eine Schädigung der Keimlinge herbeigeführt wird.** So wird es auch erklärlich, daß die Keimungshemmung durch Verdünnung des Mistelschleimes mehr oder minder behoben werden kann und in gleicher Weise zu einer Verminderung oder Behebung der Schäden führt.

Besonders wurde auf die Art der Schädigung geachtet, welche die Keimlinge von Samen zeigen, die in solchem verdünnten Mistelschleim aufgingen; ebenso von Samen, die nach kürzerem Liegen in unverdünntem Schleim von diesem gereinigt auf mit Wasser getränktes Filterpapier ausgelegt wurden. Ein Punkt, dem v. Wiesner keine Aufmerksamkeit geschenkt hatte. Die Schädigung der Keimlinge kommt auf den beigegebenen Tafeln zur bildlichen Darstellung.

Als besonders leicht Schaden leidend erwies sich die Wurzelanlage, jedoch konnten auch die Keimblätter stark in Mitleidenschaft gezogen sein.

Welche dieser Organe jeweils mehr geschädigt erschienen, erwies sich als abhängig von der Lage, in der der Same dem Mistelschleim auflag, und natürlich auch als in Beziehung stehend zur Lage der Teile des Embryos im Samen. Die Schäden können alle als durch Wasserentziehung bewirkt erklärt werden. Sie äußerten sich: in völligem Absterben der Wurzelanlage oder doch ihres Vegetationspunktes, im Zugrundegehen größerer oder geringerer Teile der Keimblätter unter Bräunung dieser Stellen und ausbleibender oder mangelhafter Chlorophyllbildung in ihrem Umkreise. Teilweise konnten die vorhandenen Hemmungen durch Entfernen des Schleimes und Übertragen der Samen oder Keimlinge auf wasserdurchtränktes Filterpapier noch behoben werden. Auf diesem Wege kam z. B. an einer Wurzel mit abgestorbenem Vegetationspunkt die Neubildung zweier Wurzelanlagen aus lebend verbliebenen Zellen des Meristems zustande. Auch die anatomische Prüfung der geschädigten Organe weist auf Absterben infolge mangelnden Wasserbezuges (bei ganz in Mistelschleim eingebetteten Samen, die an der Keimung gänzlich gehemmt werden) oder durch Wasserentziehung seitens des Schleimes (bei teilweisem und nicht zu lange währendem Kontakt mit dem Mistelschleim) hin.

Daß die Hemmung der Keimung und Schädigung der Keimlinge tatsächlich dem **Schleime** zuzuschreiben ist, wird dadurch erwiesen, daß bei möglichster Beseitigung des Schleimes von der Oberfläche der Mistelsamen die auf diese ausgelegten Samen mit kaum merklicher Hemmung keimen und zu hohem Prozentsatz normale, ungeschädigte Keimlinge ergeben und daß endlich die schädigenden Einflüsse vollständig verschwinden, wenn auch für eine vollständige Entfernung des Schleimes dadurch gesorgt wird, daß von den Mistelsamen auch die Samenhaut abgenommen und so die Möglichkeit zu weiterer

Schleimbildung beseitigt wird. Die gleichen Versuche lassen es mit hoher Wahrscheinlichkeit auch ausgeschlossen erscheinen, daß an den Schädigungen ein vom Samen ausgehender Giftstoff beteiligt ist. Hingewiesen wird aber auch auf den Schleim, der von den Haftscheiben der Hypokotyle ausgekeimter Mistelembryonen ausgeschieden und von der äußersten Zellage, die aus Elementen von Drüsencharakter besteht, gebildet wird. Dieser Schleim ist stofflich offenbar mehr oder minder von dem Beerenschleim verschieden, was durch seine gelbe Färbung und das Vermögen, Papier stark zu durchtränken, bekundet wird. Da dieser Schleim unter Auflösung von Kutikularschichten der Drüsenzellen entsteht, ist ein höherer Fettgehalt desselben nicht unwahrscheinlich. Im Schleime der Mistelbeeren selbst ist dieser Stoff jedenfalls in viel geringerer Menge vorhanden und kann zunächst nur von der das Endosperm deckenden, kutikularisierten Zellage herrühren und der Hauptmasse des Beerenschleims, die sich wie ein gummiartiger Stoff verhält, beigemengt sein. Erst späterhin, nach der Keimung der Embryonen, kann sein Anteil durch die Ausscheidungen der Hypokotylhaftscheiben erhöht werden.

Es ist möglich, daß dieses Haftscheibensekret Giftwirkungen auf gewisse Pflanzengewebe ausübt, **doch sind die Keimungshemmung auf Samen und die beschriebenen Schädigungen der Keimlinge offenbar nur durch die physikalischen Eigenschaften des Mistelschleims, durch seine kolloidale Natur bedingt.** Sie werden ja auch schon von dem Schleime der kaum gereiften Beeren, bevor die Keimung der Mistelsamen einsetzt, bewirkt.

Die vorgetragene Deutung wird weiters unterstützt durch die Tatsache, daß ähnliche Keimungshemmungen und Schädigungen von Keimlingen sowohl durch den Schleim der Beeren von *Anthurium scandens* als auch durch konzentrierte Lösungen von

Gummiarabicum erzielt werden konnten. So dürfte denn die als feststehende Tatsache vorgetragene Auffassung v. Wiesner's, daß im Mistelschleim ein besonderer Hemmungsstoff (oder deren mehrere) vorhanden sei, der die Keimung anderer Samen verhindere oder beeinträchtige, widerlegt und die Wirkung sowohl des Mistelschleimes als auch anderer Pflanzenschleime und ähnlicher Kolloide **einheitlich** als Wirkung der physikalischen Beschaffenheit derartiger Stoffe erklärt erscheinen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Diese bringt in den Fig. 1 bis 3 und 5 bis 10 die durch den Mistelschleim an den Keimlingen von *Brassica oleracea*, und zwar sowohl an der Wurzel als auch an den Keimblättern verursachten Hemmungen und Schädigungen zur Anschauung. Eingehendere Erklärung enthält der Text, daher hier zumeist nur die Vergrößerung und in Klammer die betreffende Textseite angegeben wird.

Fig. 1, *a*, *b*, *c* nat. Gr. (p. 852); *c* die normale Größe eines ungeschädigten Keimblattes.

Fig. 2, 2fach (p. 854 u. p. 858).

Fig. 3, $2^1/_2$fach (p. 854).

Fig. 4, 4fach vergr. (p. 858), die Wurzel und ein Stück des Hypokotyls des in Fig. 2 abgebildeten Keimlings wiedergebend, der nach Beseitigung des Schleimes die abgestorbene Spitze der Wurzel abgestossen, aus lebenden Resten des Vegetationspunktes aber zwei neue Wurzelvegetationspunkte regeneriert hatte. Am Hypokotyl wird das Hervorbrechen von Seitenwurzeln erkennbar.

Fig. 5, 2fach (p. 855).

Fig. 6, 2fach (p. 856).

Fig. 7 und Fig. 8, 2fach (p. 856).

Fig. 9 und 10, auf Mistelsamen, von denen der Schleim weitgehend entfernt worden war, ausgelegte keimende Samen von *Brassica oleracea*. Vergr. $3^1/_2$fach (p. 862).

Tafel II.

Fig. 1. Auf Schreibpapier, dem ein Holzbrettchen unterlegt war, mit vollem Schleimbelag zum Keimen ausgelegte Mistelsamen. Der eingetrocknete Schleim verursachte Transparenz des Papiers um die Samen. Aufnahme bei auffallendem Lichte. Nat. Gr. Vgl. Text, p. 868.

Fig. 2. Ein anderer Teil des gleichen Präparates im durchfallenden Lichte aufgenommen, wobei die Transparenz der Höfe um die Samen (obere Reihe) stärker hervortritt; die untere Reihe zeigt, daß vom Papier aufgesaugtes Wasser die Höfe zerstörte. Nat. Gr. Vgl. Text, p. 868, 870.

Fig. 3. Vom Beerenschleim möglichst befreite Samen, die, wie bei Fig. 1 beschrieben, zum Keimen ausgelegt worden waren. Es treten die durch hohe Transparenz besonders ausgezeichneten kleinen Ringzonen um die Haftscheiben der Hypokotyle deutlich hervor, die von dem Sekret der Drüsenzellen der Haftscheibe herrühren. Aufgenommen nach dem eingetrockneten Schaustück, in nat. Gr. Vgl. Text, p. 868.

Fig. 4. Die einzelnen Schleimmassen — ohne Samen — in gleicher Weise ausgelegt, wie bei Fig. 1 erwähnt ist, und nach dem Eintrocknen im durchfallenden Lichte in nat. Gr. aufgenommen. Die Transparenz des Papiers unter den eingetrockneten Schleimklumpen beträchtlich geringer als bei Fig. 2; stärker im allgemeinen, je heller der Schleimklumpen am Bilde erscheint. Vgl. Text, p. 871.

Fig. 5 bis 8. Schädigung an Wurzel oder Kotyledonen der Keimlinge von *Brassica oleracea.*

Fig. 5. Same mit Keimling, dessen Wurzel, durch den Beerenschleim von *Anthurium scandens* geschädigt, abstarb. 3fach vergr. Vgl. Text, p. 876.

Fig. 6. Durch den Beerenschleim von *Anthurium scandens* geschädigter Keimling. Wurzelscheitel abgestorben, das Gewebe am Rande der Keimblätter geschädigt. 1½fach vergr. Vgl. Text, p. 876.

Fig. 7. Die Kotyledonen eines durch konzentrierte Gummilösung geschädigten Keimlings; der eine verkümmert, mit abgestorbenem Gewebe (dunkel), das von nicht ergrünten Partien umgeben ist. 2fach vergr. Vgl. Text, p. 883.

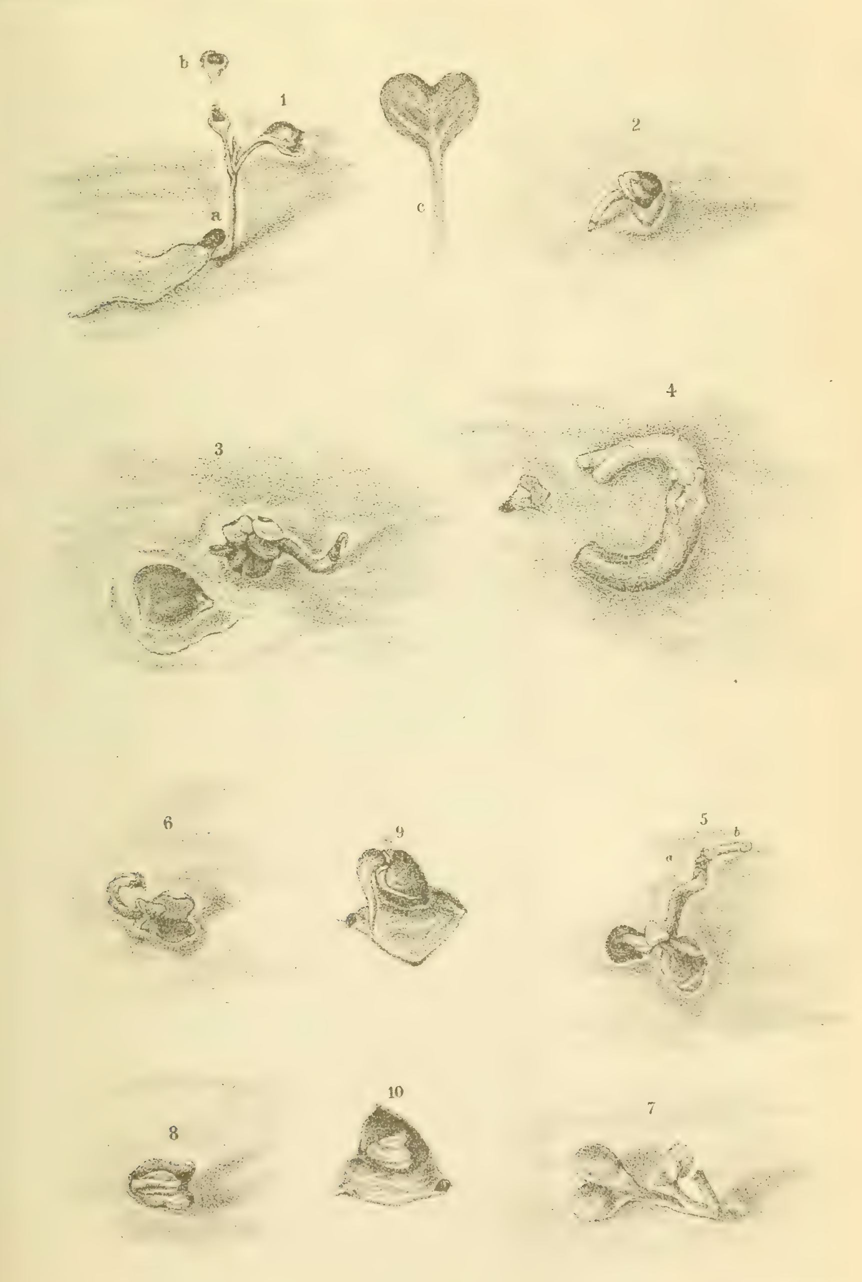
Fig. 8. Durch Gummilösung von starker Konzentration geschädigter Keimling; Zugrundegehen des Wurzelvegetationspunktes, Kümmern und Zurückbleiben des einen Keimblattes. 2fach vergr. Vgl. Text, p. 884.

Fig. 9. Mikrophotographische Aufnahme des Querschnittes durch ein Keimblatt von *Brassica oleracea.* Schädigung durch den Mistelschleim. Der Randteil (dunkel) ist abgestorben, seine Zellen haben sich nicht entleert und sind, ohne in das Streckungswachstum einzutreten, abgestorben. 22fach vergr. Vgl. Text, p. 859.

Fig. 10 ein gleiches Präparat wie in Fig. 9, nur ist an dem betreffenden Keimblatte nur eine Randpartie lebend geblieben, während der größte Teil desselben abstarb (dunklerer Teil des Querschnittes). In der abgestorbenen Partie treten die in Zersetzung übergegangenen Eiweiß(Myrosin)-zellen als dunkle Flecke hervor. 22fach vergr. Vgl. Text, p. 859, 860.

Fig. 11. Partie aus dem Querschnitte durch die noch junge Haftscheibe des Hypokotyls eines Mistelkeimlings, um den Drüsencharakter der sie deckenden Zellage zu zeigen. Präparat gefärbt mit Hämatoxylin, Vergr. 110fach. Vgl. Text, p. 860.

Fig. 12. Partie aus dem Querschnitte durch die Haftscheibe eines Mistelkeimlings, der mit der Haftscheibe dem Stamme einer Balsamine sich angelegt hatte. Man unterscheidet die sezernierende Zellage und sieht die ausgeschiedenen Sekretmassen. Vergr. 110fach. Vgl. Text, p. 869.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Prof. Ad. Wagner phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Über die Sproßverkettung der *Crotalaria griquensis* Bolus

Von

Dr. Rudolf Wagner

Mit Subvention aus der Ponti-Widmung

(Mit 1 Tafel und 11 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Mai 1917)

In dem zum Gebiete der Kalahari gehörenden westlichen Griqualand hat der um die Durchforschung Südafrikas hochverdiente H. Bolus im Jahre 1885 eine *Crotalaria* entdeckt, die er zunächst mit der tropisch-afrikanischen *Cr. spinosa* Hochst.[1] zu identifizieren geneigt war, die von dem Österreicher Theodor Kotschy im Jänner 1838 im Nilland,[2] kurz vorher von dem Badenser Wilhelm Schimper in Abyssinien gesammelt wurde,[3] neuerdings in einer habituell abweichenden Form aus der Kolonie Eritrea vorliegt, während eine var. *pubescens* Bth. auf Madagaskar vorkommt,[4] die wohl der

---

[1] Von Christian Friedr. Hochstetter 1841 beschrieben (Regensburger Flora, XXIV, I. Intell. 32; cfr. George Bentham in Hook. Lond. Journ. Bot., II, 576).

[2] »In devexis montium Cumanal prope Fassoglu«.

[3] Schimperi iter Abyssinicum. Sectio prima: plantae Adoënses. No. 150. »In humo levi prope Genniam dictionis Memsach d. 28. Dec. 1837.« Ausgegeben von der Unio itineraria 1840.

[4] In dem 1906 zu Prag »sumptibus auctoris« erschienenen vierten Heft von Jan Palacký's Catalogus plantarum madagascariensium wird p. 2 einfach angegeben: »*Crotalaria spinosa* Hochstetter, Bull. Soc. Lin. Par. I, 444. Hildebrandt 3485 = *Ononis emarginata* Bojer. Engler DO. Afr.« Auf die Bentham'sche Varietät wird nicht verwiesen. Das Hildebrandt-Zitat bezieht sich auf Henry Baillon, Liste des plantes de Madagascar, l. c., No. 56

Pflanze Hochstetter's näher steht als der aus den Küstengebieten des Roten Meeres.[1] Vorsichtigerweise wandte sich Bolus indessen an Britten und das Resultat war die Aufstellung der im Titel genannten Art, die im Jahre 1887 erfolgte und 1888 im Druck erschien.[2] Inzwischen hatte Nicholas Eward Brown festgestellt,[3] daß Bolus keineswegs der erste war, der die Pflanze den europäischen Herbarien zugeführt, sondern daß schon William J. Burchell[4] sie im November 1811 »prope flumen Vaal« gesammelt hatte,[5] so daß sie sich schon seit langen Jahren in verschiedenen der großen Herbarien befinden dürfte.[6] Neuerdings kam dann die Art in zahlreiche Herbarien, und zwar durch eine sehr bedeutende Exsikkatensammlung, nämlich das von N. Macowan und Harry Bolus herausgegebene »Herbarium Normale Austro-Africanum«; dort wurde sie unter no. 408 ausgegeben; ferner durch die »Exsiccata austro-africana« des Deutschen Rudolf Marloth (no. 748); Sammler ist in beiden Fällen der letztere, der sie »in arenosis prope Kimberley« im November 1885 gesammelt hat; auch in den breiten Straßen der Diamantenstadt kommt sie vor.[7] Als Höhenlage wird bei Marloth 1200″

(7 Janv. 1885), bei Tananarivo gesammelt; außerdem fand sie der nämliche Sammler im Bogosland in Abyssinien im September 1872, ausgegeben unter n. 575.

[1] Flora della Cotonia Eritrea N. 14, Saraè, leg. A. Pappi.

[2] Harry Bolus, Contributions to South-African Botany. Part III. Journal of the Linnean Society, Vol. 24, p. 174.

[3] Bei Bolus, l. c.

[4] Näheres über dessen Reise bei A. Lasègue, Musée botanique de M. Benjamin Delessert, p. 447. Paris, Janvier 1845.

[5] Sub no. 1782; der Vaalfluß bildet auf hunderte von Kilometern die Grenze zwischen dem ehemaligen Oranjefreistaat und Transvaal.

[6] Die von Burchell herausgegebenen Exsikkaten sind im Herbar des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien reichlich vertreten; unsere Art liegt vielleicht bei einer anderen Gattung, da Dornsträucher in der Familie verschiedentlich vorkommen; die madagassische Varietät der *Cr. spinosa* Hochst. findet sich nach Bentham, l. c., auch unter dem handschriftlichen Namen *Ononis emarginata*, den ihr der auf Mauritius seit 1856 ruhende Bojer gegeben (vgl. Regensburger Flora, Bd. 40, p. 768, 1857).

[7] Nach Bolus, l. c.; ist übrigens dort ziemlich häufig.

angegeben,[1] augenscheinlich ein Schreibfehler, denn den von MacOwan und Bolus genannten 4000 Fuß entsprechen ungefähr 1200 *m*.

Aus der Originaldiagnose mögen hier nur einige Angaben wiederholt sein, die für uns von Interesse sind: »Fruticulus ramosus, rigidus, spinosus, albo-sericeus, 10—20 centim. albus. Rami dichotomi divaricati, spinis tenuibus 1—2 centim. longis; stipulae subulatae recurvae, 1—1·5 millim. longae . . . corolla aurea... Legumen subglobosum, stipitatum, ... 2—4-spermum.«

Nun sind von der Gattung *Crotalaria* L., in die nur wenige andere einbezogen wurden,[2] nach der längst veralteten Angabe von Bentham und Hooker fil.[3] über 200 Arten beschrieben worden, die sich auf etwa 120 reduzieren sollen[4] — allerdings nur bei der weiten, uns ungewohnten und durchaus unhaltbar erscheinenden Fassung des Artbegriffes, wie er den englischen Autoren eigen ist und sich wohl zu gutem Teile aus dem Bedürfnis heraus entwickelt hat, die riesigen, den Kolonien entstammenden Sammlungen verhältnismäßig rasch aufzuarbeiten.

Eine Art mehr in einer Gattung von diesem Umfang — das scheint kein wesentlicher Gewinn, wennschon es Aufgabe der Wissenschaft ist, jede neue Form zu buchen; indessen ist meines Erachtens der Fund des Kapstädter Forschers von weit größerem Interesse, als er wohl selbst ahnte: nicht etwa deshalb, weil nur sehr wenige Dornsträucher in der Gattung existieren dürften — die Namengebung durch

---

[1] Nach der Scheda eines der im Herbar des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums vorhandenen Exemplar. Für das gewohnte Entgegenkommen spreche ich dem Leiter dieser Sammlung, Herrn Kustos Dr. Alexander Zahlbruckner, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

[2] Nach dem Index Kewensis *Atolaria* Neck. (1790), *Chrysocalyx* Guill. & Perr. (1832), *Clavulium* Desr. (1826), *Cyrtolobum* R. Br. (1832), *Iocaulon* Rafin. (1836), *Maria-Antonia* Parl. (1844), *Phyllocalyx* A. Rich. 1847 und *Quirosia* Blanco (1845).

[3] Genera plantarum, Vol. I, p. 479 (Okt. 1865).

[4] Nach einer flüchtigen Zählung erkennt der Index Kewensis mit seinen bis 1910 reichenden vier Supplementbänden über 480 Arten an, so daß selbst bei so weiter Fassung des Artbegriffes die Zahl der bis heute anzunehmenden Arten mit über 500 angenommen werden muß.

Hochstetter weist schon darauf hin, daß er keine andere dornige Art kannte; entgangen ist ihm augenscheinlich die ostindische *Cr. rigida* Heyne,[1] ein augenscheinlich seltener Strauch[2] von ganz anderem Habitus und weit abweichender Verzweigung, der mir nur aus einem einzigen dürftigen Herbarexemplar bekannt ist.[3] Die Untersuchung der *Cr. griquensis* Bolus ergab so viel Bemerkenswertes, um nicht zu sagen Überraschendes für den morphologischen Kasuistiker, daß eine Veröffentlichung gerechtfertigt erscheint.

I.

In Abbildung 1 ist das Verzweigungssystem halbschematisch so dargestellt, daß die konsekutiven Sproßgenerationen abwechselnd dunkel und hell gehalten sind. An einer relativ (vielleicht auch absolut) ersten Achse $\mathfrak{X}_1$, die wohl mit einer armblütigen Dorntraube abschloß, sind die vier obersten vegetativen Seitensprosse erkennbar und davon zwei leidlich erhalten, wenigstens soweit als das zur Charakterisierung des Verzweigungssystems vonnöten ist. Die Blattstellung des Sprosses $\mathfrak{X}_1$ ist $^2/_5$ R, wobei die rechtsläufige Schraube in dem Sinne aufgefaßt wird wie in den sämtlichen Naturwissenschaften, der Mathematik und Technik und also im Gegensatze zu Julius Sachs, der sich in dieser Beziehung an Karl Friedrich Schimper anschloß und dem dann die ganze Literatur folgte.[4]

Die vier mehr oder weniger erhaltenen Sprosse sind willkürlich mit $\mathfrak{N}_2$, $\mathfrak{O}_2$, $\mathfrak{P}_2$ und $\mathfrak{Q}_2$ bezeichnet; der Sproß $\mathfrak{Q}_2$ hat, wie aus der Formel γ_{as2} hervorgeht, ein nach links fallendes α-Vorblatt, das hier basal ist — was sich in höheren Sproß-

---

[1] Beschrieben 1821 in Alberti Guilielmi Roth . . . Novae plantarum species praesertim Indiae orientalis. Ex collectione Doct. Benj. Heynii. Halberstadii 1821, p. 343.

[2] Hooker fil., Flora of British India, Vol. II, p. 82 (Mai 1876). Nur aus Carnatic bekannt.

[3] Herb. Ind. or. Hook. f. & Thomson, Maisor and Carnatic, leg. G. Thomson 1860.

[4] Bereits 1901 habe ich auf die wünschenswerte Vereinheitlichung der auf Schraubenlinien bezüglichen Ausdrücke hingewiesen.

generationen ändert —, hat aus ζ_s ein Achselprodukt getrieben, ein weiteres aus ϑ_{ad2}; das letztere, also ϑ_{ad3}, hat frühzeitig die verdornte Sproßspitze, also den Blütenstand, zur Seite geworfen und sich in die Verlängerung seiner Abstammungsachse gestellt. Das oberste Laubblatt des Sprosses $\mathfrak{D}_2$ war eben $\mathfrak{D}_2 \vartheta_{ad}$, die erste Blüte $\mathfrak{D}_2 I_3$. Zu bemerken ist, daß nur sehr wenige Blüten, beziehungsweise Früchte zur Entwicklung gelangen.

Für die folgende Tabelle mag eine Neuerung insofern eingeführt sein, als der Achsenbezeichnung fallweise der Richtungsindex des α-Vorblattes vorgesetzt ist; es bedeutet also $s\,\Gamma_{ad5}$ eine Achse der relativen fünften Sproßgeneration, die mit einem nach links fallenden α-Vorblatt anschließt und selbst das Produkt aus der Achsel des dritten Blattes eines Sprosses darstellt, dessen erstes Vorblatt nach rechts fällt. Diese Voransetzung des Richtungsindex wurde unterlassen, einmal wo sie bei der gebotenen Schonung des Materials nicht zu ermitteln war, und ferner, wo sie sich von selbst ergibt: wenn auf Γ_{as9} die Achse B_{s10} folgt, dann versteht sich für Γ_{as9} der Zyklarchenindex d von selber. Damit gelangen wir zu folgender Tabelle, unter Berücksichtigung abgebrochener Achsen (abg.) und der Innovationen (Inn.):

$\mathfrak{D}_2$
- $s\,B_{d3}$
  - $d\,K_{d4}\;E_{as5}\,\Gamma_{as6}$ Inn.
  - $d\,\Lambda_{sa4}\,\Gamma_{ad5}\,B_{ad6}$ »
- $s\,\Gamma_{as3}$
  - $d\,K_{d4}\;s\,\Gamma_{ad5}$ abg.
  - $s\,M_{pd4}'$
    - $B_{d5}\;B_{d6}$ Inn.
    - $\Gamma_{as5}\,B_{s6}$ »
- $d\,\Delta_{pd3}\,I_{sp4}\,E_{as5}$ Inn.
- $d\,E_{ad3}$
  - $d\,\Lambda_{ad4}\,\Gamma_{ad5}$ Inn.
  - $s\,M_{p4}\,\Gamma_{as5}$
- Z_3 abg.
- H_{pd3}
  - $\Lambda_{s4}\;\Gamma_{as5}\,\Delta_{p6}$
  - B_{d4} » B_{s6}
    - $\Lambda_{d7}\;B_{d8}\;\Gamma_{as9}\,B_{s10}\,B_{s11}$ Inn.
    - $B_{s7}\;\Lambda_{d8}\,d\,B_{d9}$

Zunächst geht aus Bild und Tabelle hervor, daß ganz zweifellose elf Sproßgenerationen bei diesem Sträuchlein erreicht werden, eine Zahl von Sproßgenerationen, die erheblich über die geringe Anzahl der gewöhnlich angenommenen konsekutiven Tochtersprosse hinausgeht, dabei aber sehr wesentlich hinter dem zurückbleibt, was nach meiner Interpretation der Beccari'schen Darstellung[1] in der Gattung *Myrmecodia* Jack vorkommt[2] oder gar, wie ich unlängst nachweisen konnte, bei dem *Hydnophytum angustifolium* Merr. von den Philippinen, wo 34 Sproßgenerationen zu zählen waren,[3] und zwar von einem abgeschnittenen Zweige, dessen ganze Länge unbekannt ist, so daß wahrscheinlich noch eine erheblich größere Anzahl herausschaut. Auf gleicher Höhe wie bei unserer *Crotalaria* bewegt sich die Zahl der Sproßgenerationen an einem gleichfalls abgeschnittenen Zweige eines kleinen kapländischen Dornstrauches der nämlichen Familie, des *Melolobium candicans* E. & Z.,[4] dessen merkwürdige Periodizität des Wuchses hier noch nicht erörtert werden kann; wohl das Nämliche gilt von einer Pflanze der österreichischen Flora, der von dem Prager Botaniker Presl 1822 zuerst als *Spartium* beschriebenen[5] *Calycotome infesta* (Presl) Guss.,[6] gleichfalls einem Dornstrauch; an einem

---

[1] Odoardo Beccari, Piante ospitatrici, ossia piante formicarie della Malesia e della Papuasia descritte ed illustrate de O. B., Malesia, Vol. II, 1884, p. 180.

[2] Rud. Wagner, Erläuterungen zu Beccari's schematischer Darstellung einer *Myrmecodia*. Diese Sitzungsber., 125. Band, Abt. I, p. 733—740 (1916).

[3] Rud. Wagner, Über den Richtungswechsel der Schraubelzweige von *Hydnophytum angustifolium* Merr. Diese Sitzungsber., Bd. 116, Abt. I (1916), p. 373—385, mit 2 Taf.

[4] Beschrieben zuerst als *Dichilus candicans* E. Mey. in der Bearbeitung der Ecklon'schen Kapleguminosen in Linnaea, Bd. VII, p. 151 (1823) (Plantae Eeklonianae, auctore Ernesto H[enrico] F[riderico] Meyer, l. c.); dann in die neue Gattung *Melolobium* E. & Z. aufgenommen in der Enumeratio plantarum Africae australis extratropicae quae collectae, determinatae et expositae a Christiano Friederico Ecklon & Carolo Zeyher, Hamburgi 1835, deren erstes, die Leguminosen enthaltendes Heft laut Aufdruck auf dem Umschlag im Dezember 1834 erschien.

[5] Presl, Deliciae Pragenses, Vol. I, p. 33.

[6] Gussone, Florae Siculae synopsis, Vol. II, 1, p. 247 (1843).

Herbarzweig aus Ragusa waren 10 Sproßgenerationen zu beobachten.[1] Eine andere mediterrane Leguminose, die auch in Nordafrika vorkommende *Erinacea pungens* Boiss.,[2] zeigt in spanischen Herbarzweigen 14 Generationen.[3] Dagegen finde ich bei den Arten der Gattung *Ulex* L., wo man vielleicht Ähnliches erwarten würde, eine geringe Anzahl von Sproßgenerationen, dafür aber eine große Anzahl direkt koordinierter Sprosse, bisweilen bereichert durch basipetale Serialsprosse von weit reicherer Gliederung, als sie das Hauptachselprodukt aufweist; ein besonders schönes Beispiel liefert wieder eine afrikanische Art, *Ulex Boivini* Webb,[4] von dem nur ein von Michel Gandoger in der Nähe von Agadir in Westmarokko gesammeltes Exemplar vorliegt.

Kehren wir zur *Crotalaria griquensis* Bolus zurück, so zeigt ein Blick auf die Tabelle, daß an einer Stelle die elfte Sproßgeneration erreicht wird, und die Formel für die konsekutiven Tochtersprosse lautet demnach:

$$sO_2\, sH_{pd3}\, B_{d4}\, \Gamma_{as5}\, B_{s6}\, A_{d7}\, B_{d8}\, \Gamma_{as9}\, B_{s10}\, B_{s11}.$$

Die Anwendung der gewöhnlichen Diagramme ist in diesem Fall der großen Anzahl von Sproßgenerationen wegen zwar durchführbar, aber unpraktisch, weil Einschachtelungen in der Weise notwendig wären, wie ich sie in meiner Studie über *Lecanorchis malaccensis* Ridl. vorgenommen habe — mehr zum abschreckenden Beispiel;[5] dagegen läßt sich sehr leicht ein Überblick über den Charakter des Sympodiums gewinnen, wenn man die dort für die $^1/_2$-Stellung modifizierte Methode

---

[1] Ignaz Dörfler, Herbarium normale no. 384, leg. A. Rudolph.

[2] Schon Clusius bekannt; Edmond Boissier nahm die schon von Michel Adanson in seinen Familles des plantes (II, 321, Paris 1863) aufgestellte Gattung *Erinacea* wieder auf und nannte die *Anthyllis erinacea* L. in seinem Werk Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837 (Vol. I, p. 145, Paris 1839) *Erinacea pungens*.

[3] F. Sennen S. J., Plantes d'Espagne no. 519.

[4] Nicht zu verwechseln mit *Ulex Boivini* Coss., dem spanischen *U. Cossonii* Nym., mit *U. B. Welw.*, dem portugiesischen *U. Escayracii* Nym. und dem *U. B. Willk.*, dem spanischen *U. Webbianus* Coss.

[5] Rud. Wagner, Die Mediansympodien der *Lecanorchis malaccensis* Ridl. Diese Sitzungsber., Abt. I, 125. Bd., p. 427 (1916).

der Abbildung dekussierter Verzweigungen,[1] wie sie neuerdings für die Rutaceengattung *Myrtopsis* Engl. Verwendung gefunden hat,[2] mutatis mutandis auf die hier vorliegenden Verhältnisse anwendet. Es mag hier, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die Publikation des Jahres 1914 verwiesen sein. Die Kreise bedeuten hier Sprosse, ein Zentriabstand von $2r$ entspricht einem A-Sproß, von $6r$ einem Γ-Sproß, also von $4r$ dem Achselprodukt aus β usw. Die Divergenzwinkel kommen ohne weiteres zum Ausdruck, besonders oft aber die spitzen, mehr an 90° heranreichenden Winkel, welche von der α-, beziehungsweise β-Medianebene mit derjenigen der zugehörigen Achse gebildet werden. Wie in den zitierten Arbeiten über *Hydnophytum* und *Myrtopsis* sind die Sympodiallinien hier so gezogen, daß sie vom Zentrum der relativen Abstammungsachse aus die Peripherie des Tochtersprosses erreichen. Berücksichtigt man lediglich die Seite der Mediane, nach der der Tochtersproß fällt, so erhält man folgende Reihe der Indices: *d*, *d*, *s*, *s*, *d*, *d*, *s*, *s*, *s*. Also kein Wickelsympodium, das sich durch regelmäßige Alternation der Richtungsindices charakterisieren würde, und erst der Schluß wird durch ein Schraubelsympodium gebildet; das Ganze gehört also in die Kategorie der ungemein mannigfachen Gebilde, für die ich 1901 den Ausdruck »gemischte Sympodien« vorgeschlagen habe.[3]

Betrachten wir zunächst die Orientierung des Sprosses $H_{pd3} B_{d4} \Gamma_{ds5}$, so entspricht dieser einem apotropen α-Vorblatt des Quartansprosses, d. h. das erste Vorblatt fällt nicht auf die dem Sekundansproß zugewandte, sondern auf die abgewandte Seite, ein Verhalten, auf dessen Seltenheit ich anläßlich der Bearbeitung der westafrikanischen Thymeläacee *Octolepis Dinklagei* hingewiesen habe,[4] das, wie ich hier

[1] Rud. Wagner, Zur diagrammatischen Darstellung dekussierter Sympodialsysteme. Diese Sitzungsber., Abt. I, Bd. CXXIII S. 1079—1109.

[2] Rud. Wagner, Zur Morphologie der Boronice *Myrtopsis macrocarpa* Schltr. Engler's Bot. Jahrb., Bd. 54, p. 275, 276 (1917).

[3] Vgl. Schneider, Illustr. Handwörterbuch, 1. Heft, p. 262 (1905), 2. A. p. 271 (1917).

[4] Rud. Wagner, Über die Sympodienbildung von *Octolepis Dinklagei* Gilg (Österr. bot. Zeitschr., 1915, p. 304).

bemerken möchte, indessen auch bei der augenscheinlich recht isolierten, wie es scheint einjährigen *Crotalaria pisicarpa* Welw.[1] vorkommt und auch der verwandten monotypischen Gattung *Priotropis* W. & A.[2] nicht fremd ist; ebenso habe ich es bei dem oben genannten *Ulex Boivini* Webb beobachtet. Im vorliegenden Sympodium (Fig. 1) haben wir konstante Apotropie und zieht man in Erwägung, daß der Sproß $s\,\mathrm{II}_{dp3}$ bei $^2/_5$-Stellung nach rechts fällt — nur wenig nach hinten fallend, dann erkennt man auch die übereinstimmenden

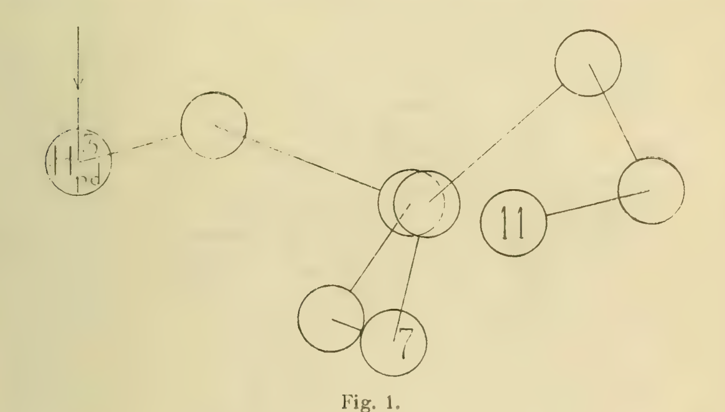


Fig. 1.

Verhältnisse beim Quartan- und Tertiansproß. Das entgegengesetzte Verhalten, das konsequenterweise als Epitropie zu bezeichnen ist, kommt in dem in Fig. 1 dargestellten Hauptsympodium deutlich zum Ausdruck, demjenigen nämlich, das die höchste Sproßgeneration erreicht.

In Fig. 2 begegnen wir zwei Nebensympodien

$$\mathrm{H}_{dp3}\,\mathrm{A}_{s4}\,\Gamma_{as5}\,\Delta_{p6} \text{ und } \mathrm{B}_{s6-7}\,\mathrm{A}_{d8}\,\mathrm{B}_{dn};$$

im Diagramm Fig. 2 fallen vier stark ausgezogene Kreise auf, die auf Epitropie basieren: Nebensympodien angehörend, repräsentieren sie die Sprosse

[1] Niederliegendes Kraut, nur aus Angola aus den Sammlungen des Kärntners Friedrich Welwitsch bekannt.

[2] *Priotropis cytisoides* (Roxb.) W. & A., ein mannshoher gelbblühender Strauch im östlichen Himalaya.

$$H_{dp3}\begin{cases} A_{s4}\,\boldsymbol{\Gamma}_{as5}\,\boldsymbol{s\Delta}_{p6} \\ \mathbf{B}_{d4}\,\Gamma_{as5}\,\mathbf{B}_{s6}\,\mathbf{B}_{s7}\,\mathbf{A}_{s8}\,\mathbf{B}_{d9} \end{cases}$$

Die stark ausgezogenen Achsen sind hier fett gedruckt.

Bezüglich des Sprosses $s\Delta_{p6}$ ist zu bemerken, daß es mir praktisch scheint, im Falle eines Δ_p-Sprosses den Divergenzwinkel etwas kleiner zu zeichnen, indem dadurch die Orientierung des α-Vorblattes seines Muttersprosses deutlich zum Ausdruck gelangt. Das ist namentlich dann von Wert,

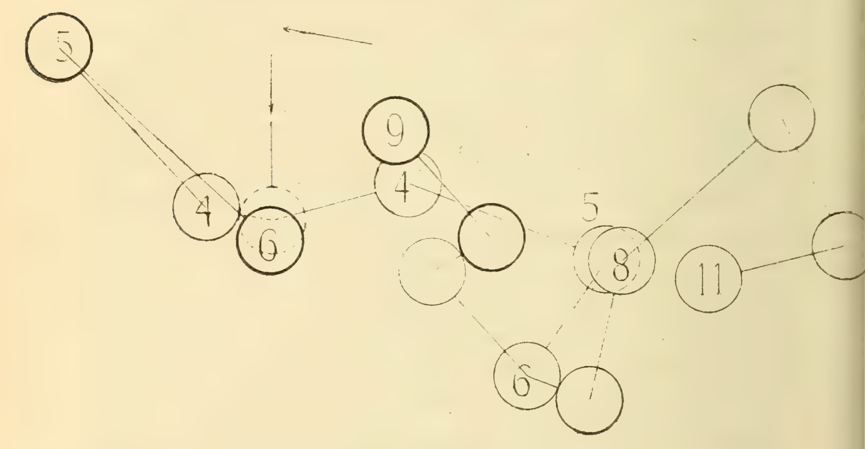


Fig. 2.

wenn — die übrigens sehr seltenen — Δ_p-Sympodien bei wechselnder Vorblattstellung darzustellen sind, die bei *Melolobium candicans* (E. Mey.) E. & Z. eine große Rolle spielen, worüber an anderer Stelle berichtet sein mag.

Der horizontal verlaufende Pfeil in beiden Figuren stellt eine Parallele zur Sympodiallinie $O_2\,H_{dp3}$ dar, woraus dann die Apotropie weiterer Sproßgenerationen ohne weiteres ersichtlich ist.

Entsprechenderweise sind in den Formeln der ganzen Abhandlung die Sprosse, deren Abstammungsachse apotropes α-Vorblatt aufweist, stark ausgezogen.

II.

Ein anderes Verzweigungssystem zeigt den folgenden Aufbau:

- $\mathfrak{x}_1 s \mathfrak{y}_2$
  - $d\,I_{s3}$
  - $s\,A_3$
    - $d\,Z_{sp4}$ (Fig. 3 und 4)
      - B_{s5}
        - $d\,E_{d6}$
        - $d\,Z_{sa6}$
      - $E_{as5}\,\Gamma_{as6}\,B_{d7}$ Inn.
      - $d\,Z_{dp5}$
        - $d\,B_{s6}\,\Delta_{p7}$
        - Γ_{ad6}
          - $s\,A_{s7}$
          - $B_{d7}\,B_{d8}\,B_{d9}$ Inn.
    - $H_{pd4}\,A_{d5}$ (Fig. 5)
      - $B_{d6}\,\Gamma_{ad7}$
        - A_{s8}
          - A_{d9} Knospe
          - B_{s9} »
        - $B_{d8}\,B_{d9}$ Inn.
      - Γ_{as6}
        - B_{s7}
          - A_{d8}
            - A_{s9} Knospe
            - B_{d9} »
          - $B_{s8}\,s\,A_{s9}$
        - Γ_{ad7}
          - $d\,A_{s8}$
          - $B_{d8}\,s\,A_{s9}$
  - N_3 (Fig. 6)
    - A_{d4}
      - B_{d5} abg.
      - Γ_{as5}
        - $A_{d6}\,\Gamma_{as7}\,B_{s8}$ abg.
        - $B_{s6}\,B_{s7}$
          - $A_{d8}\,B_{d9}$ Inn.
          - $B_{s8}\,B_{s9}\,B_{d10}$
      - Δ_{p5}
        - $d\,A_{s6}$
        - $B_{d6}\,B_{d7}\,B_{d8}$ Inn.
    - B_{s4}
      - A_{d5} abg.
      - B_{s5} »
      - $\Gamma_{ad5}\,A_{s6}\,A_{s7}\,\Gamma_{ad8}$ Inn.
  - $\Xi_3\,A_{d4}\,H_{s5}$
    - A_{s6} Knospe
    - $s\,B_{d6}$ »
  - O_3 mit 2 Vbl., dann Infl.
  - Π_3 Blüte

Der größeren Übersichtlichkeit wegen sind die sämtlichen Achsen nicht in ein Diagramm aufgenommen, sondern sie wurden getrennt analysiert; die Figuren werden auch so noch ausreichend kompliziert und für die Einführung eines neuen Darstellungsverfahrens dürfte es sich kaum empfehlen, die graphischen Möglichkeiten auf die Spitze zu treiben.

Innerhalb des Systems dZ_{sp4} ist das Hauptsympodium, also die zur höchsten Sproßgeneration führende Verkettung, charakterisiert durch die Formel $dZ_{sp4}\, dZ_{dp5}\, \Gamma_{ad6}\, B_{d7}\, B_{d8}\, B_{d9}$;

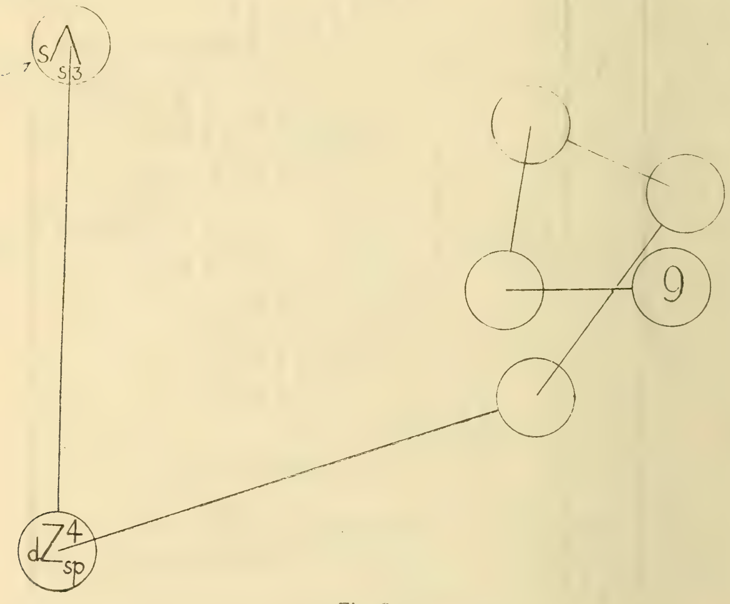


Fig. 3.

unter Berücksichtigung von $s\Lambda_{s3}$ nimmt die Sympodiallinie den in Fig. 3 dargestellten Verlauf. Der Pfeil bei Λ orientiert über die Lage der Achse $s\mathfrak{Y}_2$.

In obiger Formel wiederholt sich stets der Richtungsindex d; konstanter Richtungsindex charakterisiert aber stets ein Schraubelsympodium, wenn er nicht in die Mediane weist.

Die Wiederholung des nämlichen Richtungsindicis bei β-Achselprodukten verrät Apotropie des α-Vorblattes und in

dieser Abbildung wie den folgenden wurde das oben besprochene Verhalten angewandt und nur diejenigen Sprosse stark ausgezogen, deren Muttersprosse ein epitropes α-Vorblatt aufweisen.

In Fig. 4 ist das ganze System Z_{sp4} dargestellt und bedarf wohl kaum einer weiteren Erläuterung. Die Buchstaben wurden da eingetragen, wo Augenmaß und Raumvorstellung gern versagen, während A- bis Γ- und auch

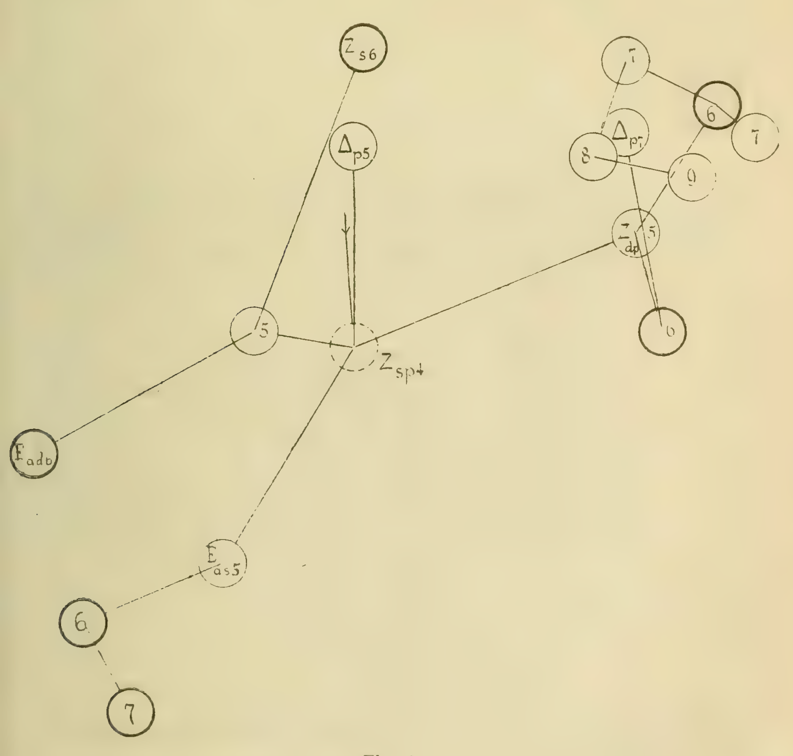


Fig. 4.

Δ-Sprosse ohne weiteres abzulesen sind und die Beifügung des Generationsindicis genügt.

Wie ein Blick auf die Tabelle p. 903 zeigt, kommt bei II_{pd4} ein Hauptsympodium nicht zustande, mit sieben Sprossen wird die neunte Generation erreicht. Das ausschließliche Vorkommen von A-, B- und Γ-Sprossen macht das Eintragen der Buchstaben völlig entbehrlich. Wie in den Formeln deutlich

hervortritt, nämlich in der Tabelle durch die Klammern, qualifiziert sich das System als ein dichasiales; über den Ausgang wird später zu reden sein.

Im Sproßsystem N_{as3} wird die **höchste** hier in Fall II überhaupt beobachtete **Sproßgeneration** erreicht, nämlich die **zehnte**; nur einmal die **neunte**, dreimal die achte. Auch

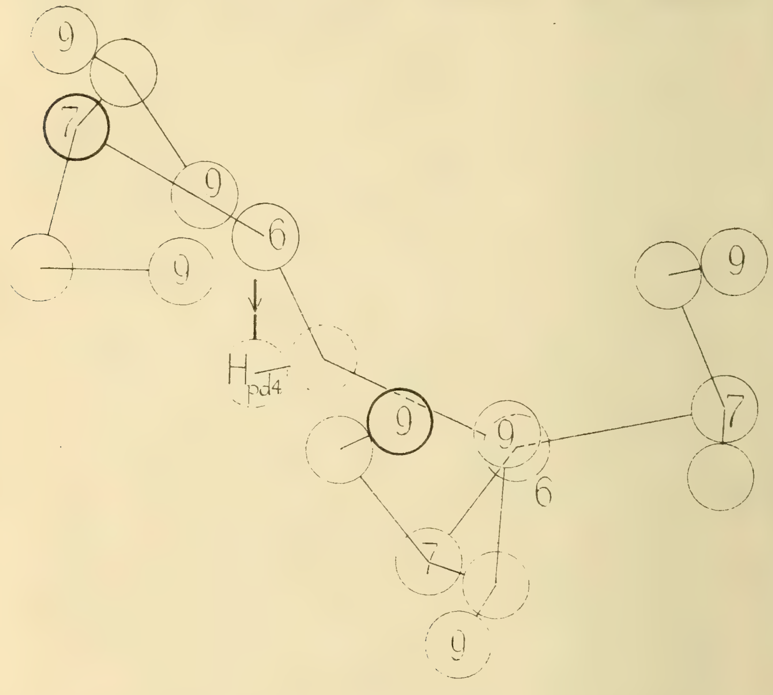


Fig. 5.

in den Figuren 5 und 6 kann von der Eintragung der Buchstaben Abstand genommen werden.

Das Hauptsympodium nimmt den in Fig. 6 dargestellten Verlauf und entspricht der Formel

$$N_{as3}\ A_{d4}\ \Gamma_{as5}\ B_{s6}\ B_{s7}\ B_{s8}\ B_{s9}\ B_{s10}.$$

Also nach A_{d4} fünfmal konstanter Richtungsindex, somit ein **gemischtes Sympodium vorwiegend schraubeligen Charakters**, das erst mit der zehnten Generation wieder

eine Störung erleidet. Da B-Sprosse Träger dieses Systems sind, liegt ein fast bis zum Ende apotropes System vor.

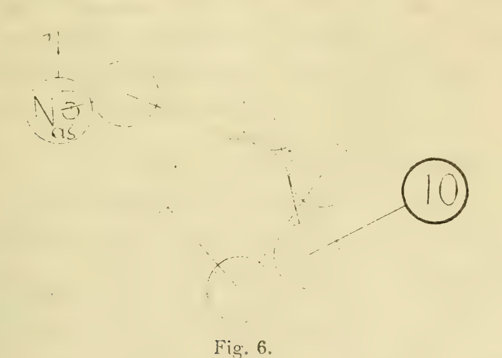


Fig. 6.

In Fig. 7 sind diejenigen Achsen schraffiert eingetragen, die abgebrochen sind; inwiefern sie das Austreiben anderer Knospen beeinflußt haben, entzieht sich meiner Beurteilung.

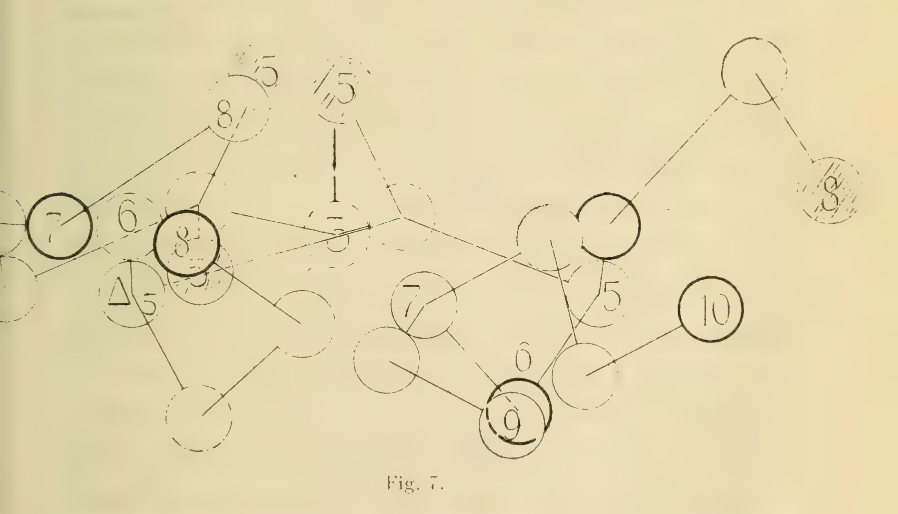


Fig. 7.

Wer auf Herbarmaterial angewiesen ist, befindet sich oft in einer ähnlichen Lage wie der Paläontologe; es liegen nur Fragmente vor und so gut wie gar nie solche, die für die Bedürfnisse des speziellen Morphologen gesammelt sind. Vielfach vermeiden es die Sammler, blütenlose Zweige

mitzunehmen, wenn nicht etwa die Blätter durch irgendwelche Besonderheiten auffallen; aber auch Knospen werden verschmäht und nur in seltenen Fällen werden abgeblühte Infloreszenzen mitgenommen, die frühere Vegetationsperioden vertreten: dann eben, wenn ihre Entfernung zu mühsam, zu zeitraubend wäre. Eine ganz erhebliche Rolle spielen auch beim wissenschaftlichen Sammler, und zwar wohl meist unbewußt, ästhetische Momente. Da nun nur wenige Prozente der Blütenpflanzen in Gärten gezogen werden, viele nach bisherigen Erfahrungen sehr schwer, manche überhaupt nicht unter Bedingungen zu kultivieren sind, die ihnen zusagen, so wird schon die rein deskriptiv-morphologische Kenntnis der Blütenpflanzen auf Zufallstreffern beruhen, die die Sammler eben gemacht haben. Gerade für Gehölze liegen die Verhältnisse besonders ungünstig und selbst verhältnismäßig leichte Objekte, die in großer Anzahl zur Verfügung stehen, haben sich bisher mangels geeigneter Methoden der Analyse entzogen, die doch nur den ersten Schritt für die Fragestellungen des Physiologen darstellt. Und ich möchte ausdrücklich betonen, daß es dem letzteren vorbehalten sein wird, als Experimentator in so manchen Fällen einzugreifen, die morphologische Zusammenhänge aufklären sollen; die Frage z. B., welche Blätter die Fähigkeit verloren haben, Achselprodukte zur Entwicklung zu bringen, kann doch nie mit Herbarmaterial gelöst werden. Daß die Erforschung der Gestaltungsvorgänge Sache des Experimentes ist, daß also die Frage nach abgeleiteten Formen, die den Systematiker so sehr interessiert, vielfach nur auf diesem unbequemen Wege weiterzubringen ist, wird zu gern vergessen. Schließlich wird es Sache der Systematik sein, in ähnlicher Weise, wie das der ungleich glücklicher situierten Zoologie bei Vertebraten gelang, wenigstens in großen Zügen die wahrscheinlichen Charaktere der Vorfahren zu ermitteln, damit die Brücken zwischen den so oft in ihren Anschlüssen ungeklärten Gruppen zu schlagen und so den Aufbau des Systems zu fördern, das in seiner stets wechselnden Gestalt den Ausdruck des jeweiligen Standes unserer Kenntnisse von den Verwandtschaftsverhältnissen darstellt. Dazu führen aber keine geraden Wege: morphologische

Analyse, gefolgt vom Experiment, sowie anatomisches Studium; pflanzengeographische Methoden und eben leider nur in verschwindendem Ausmaße die Paläophytologie, die uns z. B. von dem sehr späten Auftreten einer schon aus morphologischen Gründen als abgeleitet zu betrachtenden Familie, nämlich der KomposIten, berichtet.

III.

Der Aufbau eines dritten Verzweigungssystems ist in folgender Tabelle niedergelegt:

- $\mathfrak{X}_1 s \mathfrak{Y}_2$
  - $d\Delta_{p3}$
  - $s\Theta_{as3} \Delta_{p4}$ Inn.
  - I_{p3} (Fig. 8 und 9)
    - A_{d4}
      - A_{s5} Knospe
      - sB_{d5}
      - Γ_{as5} abg.
    - B_{s4}
      - sA_{ds}
      - $B_{s5} B_{s6}$ Inn.
      - Γ_{ad5}
        - $\mathbf{A}_{d6} sB_{d7}$ Inn.
        - $\mathbf{B}_{s6}$
          - A_{d7} Knospe
          - B_{s7} Inn.
  - K_{ad3} (Fig. 10 und 11)
    - A_{d4}
      - $A_{s5} B_{s6}$ Inn.
      - $B_{d5} \mathbf{\Gamma}_{ad6}$ »
    - B_{s4}
      - A_{d5}
        - $\mathbf{A}_{d6} B_{d7}$ Inn.
        - $\mathbf{B}_{s6} B_{s7}$ »
      - $B_{s5} B_{s6}$
        - A_{d7}
        - $B_{s7} B_{s8}$ Inn.

Fig. 8 stellt das Hauptsympodium von I_{p3} dar, nämlich $I_{p3} B_{s4} \Gamma_{ad5} B_{s6} B_{s7}$, ein System also, das sich wohl noch erheblich weiter entwickelt hätte. Das Hauptsympodium ist vorwiegend apotropen Charakters, im übrigen ein gemischtes Sympodium, in seiner nicht beobachteten weiteren Entwicklung vermutlich vorwiegend schraubeligen Charakters, wie wir

das in hervorragender Weise weiter unten bei der Besprechung von K_{a3} kennen lernen werden.[1]

Nur einmal begegnet uns hier ein epitrop orientierter Sproß, nämlich in Gestalt von $I_{p3}\, B_{s4}\, \Gamma_{ad5}$, dessen beide



Fig. 8.

Tochtersprosse A_{d6} und B_{s6}, letzterer ein Teil des Hauptsympodiums, infolgedessen stark ausgezogen, in der Tabelle fett gedruckt sind.

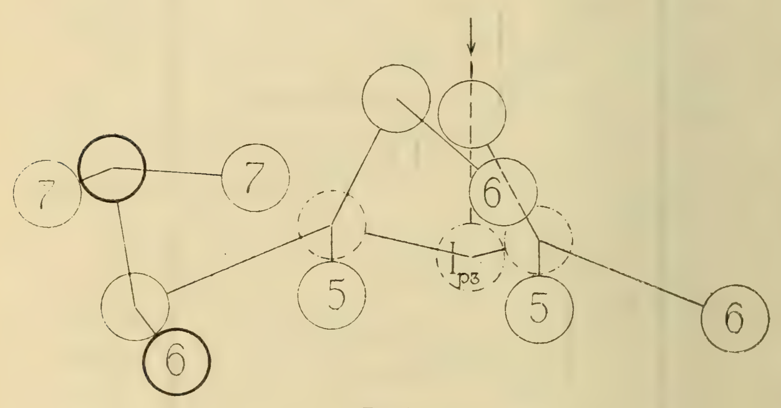


Fig. 9.

In erheblich geringerem Maße übersichtlich ist das Diagramm von K_{ad3}, dessen Gerüst das in Fig. 10, p. 911, mitgeteilte Hauptsympodium darstellt.

Es entspricht der Formel $K_{ad3}\, B_{s4}\, B_{s5}\, B_{s6}\, B_{s7}\, B_{s8}$, welche zweckmäßiger nach dem bereits in der Bearbeitung von

---

[1] Vgl. Fig. 10, p. 911.

Hydnophytum angustifolium Merr. beobachteten Vorgange[1] $K_{ad3}B_{s4\;8}$ zu schreiben ist. Also ein Schraubelsympodium, und zwar wohl der erste derartige Fall einer B-Schraubel, die eben Apotropie der relativen Abstammungsachse zur Voraussetzung hat. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist ein derartiges Sympodium als eine große kasuistische Seltenheit anzusprechen und tatsächlich ist mir nie etwas Ähnliches bisher untergekommen. Zweifellos würde die Durchmusterung eines größeren Materials vor Ort, also etwa in Kimberley, des öfteren solche Fälle liefern. Gewiß muß der Aufbau dieser merkwürdigsten aller mir bekannten Crotalarien[2] noch genauer studiert werden und diese Zeilen bedeuten weiter nichts als

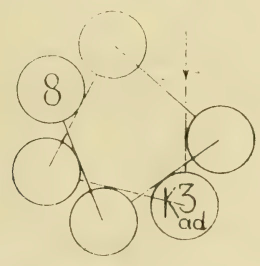


Fig. 10.

eine Einleitung, eine oberflächliche Orientierung, unter anderem bestimmt, demjenigen als Basis zu dienen, der einst eine von den englischen Vorbildern abweichende Monographie der Gattung zu schreiben beabsichtigt. Dazu gehört meines Erachtens, daß die Verzweigungssysteme genau untersucht werden; dabei stellt es sich heraus — soweit meine Erfahrung reicht —, daß einander sonst recht ähnliche Formen, die von den Systematikern zusammengezogen oder doch nebeneinander gereiht werden, toto coelo verschieden sind. Sind anders unsere Anschauungen über Verzweigungssysteme einigermaßen richtig, dann können sich die Systeme nicht unmittelbar von einem Typus ableiten und die systematische Stellung

[1] L. c., p. 381.

[2] Das Herbar des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums hat 17 Faszikel Crotalarien; weniger als die Hälfte der vom Kew-Index anerkannten Arten und ganz wenige von den rund 200 seit 1886 beschriebenen Arten.

innerhalb der Gattung erweist sich dann als unhaltbar. Auch darin ist aber ein Fortschritt zu erblicken, wenn man den Nachweis führen kann, daß eine Einreihung falsch ist. Jeder ehrliche Monograph weist auf Gattungen und Arten incertae sedis hin; die glatte Unterbringung sämtlicher Arten einer großen Gattung mag ein Beweis für Gewandtheit, nicht aber für wissenschaftliche Urteilskraft sein.

Vorliegende Studie ist zunächst als eine Erweiterung der Bolus'schen Beschreibung aufzufassen; von vorläufig rein kasuistischem Interesse sind die eigenartigen Sympodien, von deren spekulativer Auswertung im Sinne der phylogenetischen

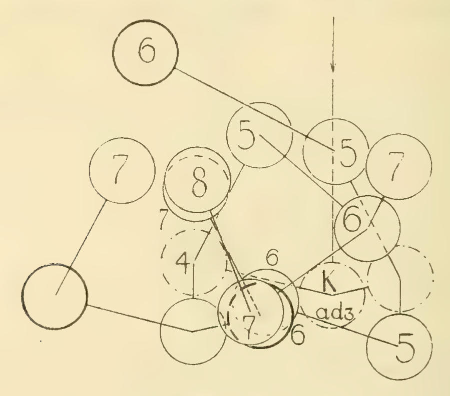
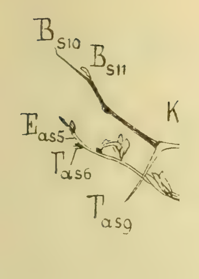


Fig. 11.

Forschung aber zunächst abgesehen werden muß. Das letztere setzt wohl die Kenntnis des Aufbaues der ganzen Pflanze voraus, die eben nur in vivo zu erlangen ist, indem man die Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Knospen feststellt, was vielfach durch Eingipsen der jungen Blütenstände zu erreichen sein wird. Außerdem sind eine Reihe anderer Arten zu untersuchen sowie Vertreter verwandter Gattungen, wie *Priotropis* W. & A. und *Rothia* Pers. Des weiteren eröffnet sich die Frage nach einer etwa bestehenden Korrelation zwischen Habitus und Anschluß; die große Vielgestaltigkeit der Gattung läßt da noch manche Überraschung erwarten.

Hinsichtlich der immerhin erheblichen Zahl der Sproßgenerationen drängt sich der Gedanke auf, ob infolge des

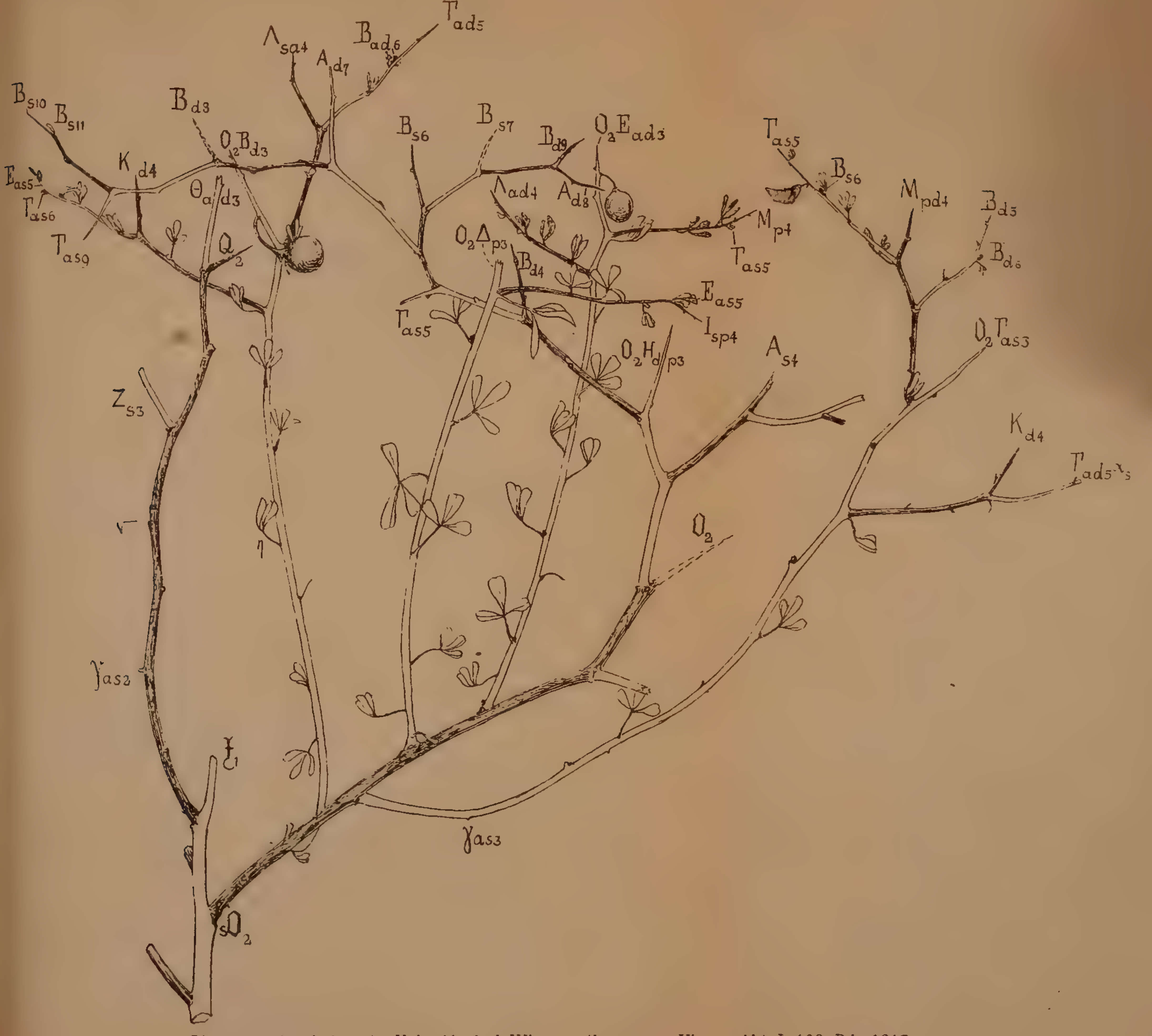
bisher beobachteten Umstandes, daß die Zweigvorblätter stets wieder Zweige stützen und die erste Blüte einer Traube stets mindestens als Γ-Sproß sich qualifiziert, die Zahl der Sproßgenerationen theoretisch unbegrenzt ist und eben die Verzweigung damit ein Ende nimmt, daß die Entfaltung der angelegten Sproßknospen unterbleibt, oder ob Blüten schon als Achselprodukte von α auftreten können, womit die Verzweigung abgeschlossen wäre. Auch darüber hat wohl nur das Experiment Auskunft zu geben. Vermittelnd würde der Fall auf den ersten Blick scheinen, daß aus der Achsel von β eine Blüte, aus α ein Laubsproß sich entwickelt, was indessen wieder auf den ersten Fall herauskommt, auf die theoretische Unbegrenztheit. Über die Wahrscheinlichkeit des einen oder anderen Falles zu rechten, fehlt derzeit die Grundlage; der Weg zu einer eingehenderen Kenntnis der so unscheinbaren Leguminose scheint indessen gezeigt.



Z

Jas2







Über die Belt'schen Körperchen

Von

Milla Jokl

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Dezember 1917)

Die Frage der Symbiose zwischen Akazien und Ameisen wurde schon vielfach in der Literatur erörtert. Schon im Jahre 1651 hat Hernandez dieses Zusammenleben bei der *Acacia cornigera (sphaerocephala)*, die er als *arbor cornigera* bezeichnet, beobachtet. Auch späterhin wurde dieser Baum als von Ameisen bewohnt wiederholt erwähnt und abgebildet. So beispielsweise von Hermann 1689, von Commelin 1697 und von N. J. Jacquin 1763. Von Commelin wurden auch die Belt'schen Körperchen zum erstenmal abgebildet, aber nicht näher besprochen.

Alle Beobachtungen aus dieser Zeit beschränken sich jedoch nur auf die Beschreibung der Tatsache, daß agressive Ameisen in den Dornen bestimmter Akazienarten wohnen. Daß diese Ameisen den Pflanzen von Nutzen sind, hat erst Belt 1874 durch seine Untersuchungen bewiesen. Er war der erste, der den Gedanken gegenseitiger Anpassung ausgesprochen hat und muß daher als Entdecker der Myrmecophilie gelten. Die Funktion der nach ihm benannten Belt'schen Körperchen hat er auch bereits richtig erkannt. Zu ungefähr gleicher Zeit kam Delpino auf dieselbe Idee und seine Untersuchungen führten zu ähnlichen Resultaten.

Francis Darwin war es, der die Belt'schen Körperchen, welche den Schutzameisen neben dem Sekret der Drüsen an den Blattstielen als Nahrung dienen, als erster einer näheren Untersuchung unterzog. Er beobachtete an Hand von Schnitten

ihren anatomischen Bau und stellte durch Reaktionen ihren chemischen Inhalt fest. Viele seiner Beobachtungen konnte ich bestätigen, die Deutung der Belt'schen Körperchen als »Drüsen« jedoch kann man vor allem anderen als verfehlt betrachten. Francis Darwin führt sie auf Drüsen, wie man sie häufig an gezähnten Blättern sowohl an den Enden, als auch an der Spitze der einzelnen Blattzähne antrifft, zurück. Auch diese Drüsen trocknen wie die Belt'schen Körperchen an den älteren Blättern ein und fallen ab. Bei den mir zur Verfügung stehenden Glashausexemplaren der *Acacia sphaerocephala* jedoch konnte ich die Erscheinung des Eintrocknens wie die des Abfallens nicht beobachten. Meines Erachtens nach dürften sie erst sehr spät eintreten, was ja auch ihrer Funktion, möglichst lange als Ameisenbrötchen erhalten zu bleiben, am besten entspräche.

Im morphologischen Bau weisen die Belt'schen Körperchen wohl viele Ähnlichkeiten mit den Drüsen, speziell den Epithem-Hydathoden der Blattspitzen auf. So sind auch die Drüsenzähne dicker als der übrige Teil des Blattes und ebenso wie beim Belt'schen Körperchen verschwindet im Drüsenzahn der Gegensatz zwischen Ober- und Unterseite des Blattes. Auch daß Gefäßbündel verläuft wie bei den Belt-schen Körperchen auch bei den Drüsen in der Mitte ihres Grundgewebes und endet blind gegen die Spitze zu. Und schließlich entsteht auch die Drüse wie das Belt'sche Körperchen viel früher als die Blattspreite und ist meist chlorophyllos.

Die eben erwähnten mannigfachen Analogien haben dazu beigetragen, daß sich diese Auffassung bis in die jüngste Zeit erhalten hat,[1] obwohl das charakteristische Merkmal der Drüsen, ihre Sekretion, bei den Belt'schen Körperchen niemals beobachtet worden ist. Die Annahme, daß die Sekretion bei den Belt'schen Körperchen verloren gegangen sei, ist meines Erachtens nach etwas gewaltsam. Die Drüsen der Blattspitzen und Zähne sind in einzelnen Familien, so beispielsweise bei den Rosaceen sehr verbreitet. Aber gerade in der Familie der

---

[1] H. Miehe, Ameisenpflanzen; Handwörterbuch der Naturwissenschaften, I, 1912.

Mimosaceen, wo drüsige Haare und Zotten wohl häufig an den Blättern vorkommen, wurden die charakteristischen Drüsen der Blattspitzen nicht beobachtet. Es ist also nach den oben angestellten Betrachtungen nicht wahrscheinlich, daß hier je Drüsen vorhanden waren.

Die von Darwin aufgestellte Behauptung, daß die Belt-schen Körperchen mit den Drüsen der Blattspitzen zu homologisieren seien, wurde von allen späteren Autoren, so von Schimper, Rettig und Miehe übernommen. Doch wurde ihre wahre Natur schon von Raciborski[1] richtig erkannt. Er betrachtet die Belt'schen Körperchen als umgewandelte Vorläuferspitzen wie sie an den Enden der paarig gefiederten Blätter fast immer vorhanden sind. Daß Vorläuferspitzen bei Leguminosen besonders häufig vorkommen, bedarf darnach wohl keiner besonderen Erörterung. Bei Lianen sind sie fast ausnahmslos anzutreffen. Sie stellen hier verbreiterte, am Ende abgerundete, von dem Blatt mehr oder weniger abgeschnürte Spitzen dar, die der Lamina in ihrer Entwicklung vorauseilen. An jenen Sprossen, welche noch keine Stütze gefunden haben, kommen nur die Vorläuferspitzen zu vollständiger Ausbildung. Diese übernehmen dann sämtliche Funktionen der noch meristematischen Blätter und erst wenn die Liane eine Stütze erreicht hat, entwickeln sich die Blattflächen. Die Vorläuferspitze bleibt jedoch noch ziemlich lange erhalten und trocknet erst an den älteren Blättern ein. Vorläuferspitzen finden sich aber nicht nur bei Lianen, sondern, nach Raciborski, auch bei verschiedenen Bäumen, sogar bei Wasserpflanzen und bei fast allen paarig gefiederten Blättern. Bei den Letztgenannten sind die Vorläuferspitzen wohl in der Regel nur am Ende der Blätter anzutreffen, aber bei manchen Formen (z. B. *Gleditschia*) auch an der Spitze der einzelnen Fiederchen. Bekanntlich sind anderseits die Belt'schen Körperchen, welche in der Regel nur an den Fiederchen entwickelt sind hie, und da am Blattende an Stelle der Vorläuferspitze anzutreffen.

So sind auch die Belt'schen Körperchen ursprünglich als Vorläuferspitzen entstanden und auch heute ist ihre morpho-

[1] Raciborski, Über die Vorläuferspitze. Flora, Bd. 87. 1900.

logische Entwicklung eine den typischen Vorläuferspitzen ähnliche. Die Funktion dürfte hier ursprünglich lediglich die des Knospenschutzes gewesen sein. Die noch in erster Anlage begriffenen Blättchen werden von den bereits ausgebildeten Vorläuferspitzen vor äußeren Einwirkungen geschützt. So erklärt es sich auch, daß die Spitzen hier nur an den unteren Blattpaaren ausgebildet werden, da diese früher zur Entwicklung kommen und den oberen Teil des Blattes überdecken, der so des Schutzes weiterer Vorläuferspitzen nicht bedarf. Eine ganz ähnliche Erscheinung habe ich an einer *Euphorbiacea, Phyllanthus pallidifolius* beobachtet, deren Sprosse in der Knospenlage von den Vorläuferspitzen der untersten Blätter überdeckt werden.

In der Blattanlage befindet sich die Lamina noch in meristematischem Zustand, während das Belt'sche Körperchen seine definitive Größe nahezu erreicht hat. Taf. I, Fig. 3 zeigt das Größenverhältnis zwischen Blättchen und Belt'schen Körperchen in der Blattanlage und Taf. I, Fig. 4 dieses beim erwachsenen Blatte. Taf. I, Fig. 4 stellt zufällig gerade den Längsschnitt eines der untersten Blättchen dar, welche viel kürzer sind und deren Belt'sche Körperchen im Gegensatze dazu eine besondere Größe erreichen. Dieser Größenkontrast in der Knospenlage und beim erwachsenen Blättchen ist meist noch viel augenfälliger. Die Lamina ist bei den oberen größeren Blattpaaren vier- bis fünfmal länger als das Belt'sche Körperchen, während letzteres in der Knospenlage meist ebenso lang oder auch länger als das kaum entwickelte Blättchen ist.

Aber schon makroskopisch unterscheiden sich die Belt'schen Körperchen wesentlich von den gewöhnlichen Vorläuferspitzen. Während erstere gelbe, birnförmige, von der Blattlamina stark abgeschnürte Gebilde darstellen, sind die Vorläuferspitzen immer grün, gegenüber dem Blatt nicht so stark verdickt und auch von diesem viel weniger stark abgeschnürt. Bei den Vorläuferspitzen ist die Einschnürung nur bei den ganz jungen Blättern deutlich ausgeprägt, während beim erwachsenen Blatt die Lamina ohne besondere Einschnürung in die Vorläuferspitze übergeht.

An den Enden der Blätter der *Acacia sphaerocephala* sind die Vorläuferspitzen gerade verhältnismäßig stark abgeschnürt. Wie bereits erwähnt, können ja an ihrer Stelle auch Belt'sche Körperchen entwickelt sein.

Was den rein anatomischen Bau der Belt'schen Körperchen betrifft, so ist er dem der Vorläuferspitzen nicht unähnlich, die Unterschiede sind meist nur graduelle. Die Zellen beider sind gegenüber den Blattzellen vergrößert, doch ist dies bei den Belt'schen Körperchen in viel stärkerem Maße der Fall. Während die Zellen der Letztgenannten durchschnittlich fünfmal größer sind als die der Lamina, ist die Vergrößerung bei den Zellen der von mir untersuchten Lianenvorläuferspitzen nie mehr als eine doppelte oder dreifache. Für die Belt'schen Körperchen besonders charakteristisch ist es, daß sich diese bedeutende Vergrößerung der Zellen nicht auch auf die Epidermis erstreckt. Die Epidermiszellen des Körperchens sind kaum größer als die des Blattes. Taf. I, Fig. 1 und 2 zeigen Längsschnitte von Vorläuferspitzen, erstere den der *Apocynacea Mandevillea suaveolens*, letztere den der *Dioscoreacea Testudinaria rupestris.* Bei beiden ist ein kleiner Teil der Lamina mit abgebildet, um den Größenunterschied der Zellen zu veranschaulichen. Die Einschnürung zwischen Blatt und Spitze ist nur von der Fläche deutlich ausgeprägt, während man im Längsschnitt nur sieht, wie sich das Blatt allmählich in die Vorläuferspitze verbreitert. Die Raphidenbündel, Taf. I, Fig. 2, welche man bei den Dioscoreaceen häufig antrifft, sind in der Vorläuferspitze ebenfalls viel größer als im Blatt. Die Vorläuferspitzen werden meist von einem Gefäßbündelnetz durchzogen, während bei den Belt'schen Körperchen ein einziges Gefäßbündel, die Fortsetzung der Mittelrippe des Blattes, das Körperchen ungefähr $^3/_4$ seiner Länge durchzieht.

Erst eine mikrochemische und zytologische Untersuchung zeigt die große Umwandlung, die sich infolge des Funktionswechsels bei den Belt'schen Körperchen vollzogen hat. Am augenfälligsten ist vor allem der gänzliche Mangel an Chlorophyll. Die ursprüngliche Funktion der Vorläuferspitze, die Assimilation an Stelle des unentwickelten Blattes zu über-

nehmen, ist hier verloren gegangen. Statt dessen finden wir das birnförmige Gebilde mit Proteinstoffen und fettem Öl angepfropft, wie es sonst nur in Samen vorzukommen pflegt. Schon in den jüngsten Stadien ist hier der Reichtum an diesen Stoffen, wenn auch noch in geringerem Maße zu bemerken. In Vorläuferspitzen habe ich eine derartige Speicherung von Reservestoffen nie beobachtet. Am schönsten gelingt beim Belt'schen Körperchen die Millon'sche Reaktion. Es färbt sich intensiv rot, während das Grün des Blattes unverändert erhalten bleibt. Die Epidermis des Körperchens bleibt nahezu ungefärbt, da die obgenannten Reservestoffe hier nur sehr spärlich vorhanden sind. Das Öl, welches in Form von verschieden großen Kugeln in den Zellen verteilt ist, hebt sich in verdünnter Schwefelsäure am deutlichsten von dem übrigen Inhalt ab. Wie Taf. II, Fig. 3 zeigt, fehlt auch das Öl in den Zellen der Epidermis.

An mit Haematoxylin gefärbten Mikrotomschnitten habe ich die zytologischen Details beobachtet. Die Zellen der ganz jungen Belt'schen Körperchen enthalten einen meist sphärischen oder etwas ellipsoidischen Kern mit einem großen Nucleolus und wenig Chromatinsubstanz. Seine Größe beträgt 6·3 bis 9·5 μ im Durchmesser. Taf. II, Fig. 4 zeigt einen Zellausschnitt gerade in diesem Stadium. Man sieht hier, daß noch kaum eine Vergrößerung der Grundgewebezellen gegenüber denen der Epidermis stattgefunden hat und auch, daß der Inhaltsreichtum noch nicht so groß ist wie bei den reifen Belt-schen Körperchen. Im Augenblick, in dem sich das Fiederblatt öffnet, beginnt eine lebhafte Kernteilung im Belt'schen Körperchen. Die ursprüngliche Struktur des Kernes wird aufgelöst, der Nucleolus teilt sich in mehrere Kügelchen von verschiedener Größe, die neben Chromatinkörnern unregelmäßig im Kern verteilt liegen. Bei dieser Metamorphose vergrößert und streckt sich der Kern, bis er endlich durch eine Einschnürung und Querwandbildung in zwei Tochterkerne getrennt wird. Taf. II, Fig. 2 veranschaulicht diesen Vorgang, der sich im Laufe der Entwicklung in jeder Zelle mehrmals abspielt, da sich die amitotische Teilung bei den Tochterkernen wiederholt. Die Teilungen beginnen an der Spitze des Belt'schen Körper-

chens, während die Zellen an der Basis noch durchwegs einkernig sind. In diesem Stadium werden die Zellen immer inhaltsreicher und vergrößern sich zusehends, doch folgt den Kernteilungen keine Zellteilung mehr. Ein Bild von der Mehrkernigkeit der Zellen des reifen Belt'schen Körperchens gibt Taf. II, Fig. 1. Die Struktur der Kerne ist grobkörnelig und und ein Nucleolus ist nicht vorhanden. Ihre Größe ist außerordentlich verschieden und variiert zwischen 3 und 16 μ. Es sind entweder wenige große oder viel kleine Kerne in einer Zelle enthalten, doch kommt es auch vor, daß in ein und derselben Zelle sehr große und sehr kleine Kerne nebeneinander liegen. Die Zahl der Kerne, ich habe zu bis 10 in einer Zelle gezählt, ist im Zentrum des Belt'schen Körperchens um das Gefäßbündel herum am kleinsten, in der Peripherie, in den Zellschichten unter der Epidermis, am größten. Die Epidermiszellen bleiben fast ausnahmslos einkernig.

Die Mehrkernigkeit ist eine verhältnismäßig seltene Erscheinung im Pflanzenreiche. Gesunde Gewebe sind mit wenigen Ausnahmen immer einkernig. Konstant kommen mehrkernige Zellen bekanntlich nur in den Milchröhren und Tapetenzellen der Antheren vor. Nicht selten jedoch findet man auch in Bastzellen, Embryoträgern sowie älteren Parenchym- oder Epidermiszellen mehrere Kerne. Doch kommen in allen diesen Fällen, mit Ausnahme der Tapetenzellen, nur karyokinetische Teilungen vor. Man kann diese Mehrkernigkeit also kaum mit dem Vorgang bei den Belt'schen Körperchen vergleichen. Auch gilt es nach Nemec für typisch mehrkernige Zellen ausnahmslos, daß alle Kerne in einer Zelle ungefähr gleich groß sind.

Im allgemeinen steht die Größe des Kernes in einem bestimmten Verhältnis zur Größe und zum Inhaltsreichtum der Zelle. Je größer und inhaltsreicher die Zelle, desto größer ist meist der Kern. Manchmal tritt an Stelle der Vergrößerung eine Vermehrung der Kernzahl, wie dies bei den Belt'schen Körperchen der Fall ist.

Im Hinblick auf die Hypertrophie und die Mehrkernigkeit der Zellen vor allem, weist das Gewebe der Belt'schen Körperchen viele bemerkenswerte Analogien mit den Gall-

geweben und ganz besonders mit den vielkernigen Riesenzellen der Heteroderagallen auf. Die Zellen der Heteroderagallen sind stark vergrößert und zeichnen sich, ähnlich wie bei den Belt'schen Körperchen, durch besonderen Stoffreichtum aus. Es wird hier vornehmlich Stärke, Eiweiß oder Fett gespeichert. Hand in Hand mit der Zellvergrößerung tritt auch hier eine Vermehrung der Kernzahl ein. Charakteristisch ist auch die Chlorophyllarmut aller Gallen. Der Chloroplastengehalt geht stark zurück und kann, wenn sich z. B. das grüne Mesophyll der Blätter zu Intumeszenzen entwickelt, total verschwinden.[1] Dieselbe Erscheinung wie wir sie bei den Belt'schen Körperchen finden. In den Riesenzellen der Heteroderagallen sind auch oft Mitochondrien, gekrümmte, an den Enden meist abgerundete Körperchen, die sonst keinerlei Struktur aufweisen, zu beobachten. Gebilde, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit Mitochondrien aufweisen, finden sich auch in den Belt'schen Körperchen hin und wieder vor. Sie sind hier viel größer, ebenso stark tingiert wie der Kern und sind nach meinen Beobachtungen aus in jungen Stadien aus dem Kern ausgetretener Chromatinsubstanz entstanden. In der Art der Kernvermehrung jedoch unterscheiden sich die Gallengewebe von den Belt'schen Körperchen. Während in den Zellen der letzteren durchwegs Amitosen vorkommen, teilen sich die Kerne der Heteroderagallen wenigstens anfänglich karyokinetisch. Auch verschmelzen die zahlreichen Kerne in den alten Gallenzellen zu einem Kern oder werden teilweise reduziert. Eine derartige Erscheinung habe ich bei den Belt'schen Körperchen nicht beobachtet. Allerdings fielen bei meinen Glashausexemplaren der *Acacia sphaerocephala* die Blätter schon früh ab, so daß es mir nicht möglich war, ganz alte Belt'sche Körperchen zu untersuchen.

Diese vielfachen Merkwürdigkeiten im histologischen Bau der Belt'schen Körperchen haben mich dazu veranlaßt, zum Vergleiche die Müller'schen Körperchen zu untersuchen, die, morphologisch etwas ganz anderes darstellend, dieselbe Funktion haben. Daß ebenso wie bei den Belt'schen Körper-

---

[1] Küster, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, 1903.

chen Eiweiß und fettes Öl in ihren Zellen aufgespeichert ist, ist ja allgemein bekannt. Die Zellen der reifen Müller'schen Körperchen sind wohl einkernig, aber auch hier kommt es zu einer Überproduktion an Chromatinsubstanz, die zur Ausscheidung einzelner Chromatinkörner aus dem Kern führt. In alten Stadien sind die Zellen oft ganz erfüllt von solchen Chromatinkörnern, so daß man den ursprünglichen Kern kaum unterscheiden kann, während die Kerne in den jungen Müller'schen Körperchen ein ähnliches Aussehen aufweisen wie in den jungen Belt'schen Körperchen. Auch diese Erscheinung findet ein Analogon in einem Gallengewebe, und zwar in den Riesenzellen der Heteroderagallen von *Washingtonia robusta*, in denen auch Chromatinkörnchen aus dem Kern ausgeschieden werden.

All diese Beobachtungen sprechen sicherlich für die ursprüngliche Ansicht, daß die Belt'schen Körperchen in ihrer heutigen Gestalt als Anpassung an die Ameisen aufzufassen sind. Schimper[1] führt die analog gebauten Müller'schen Körperchen der *Cecropia*, einer Pflanze ganz anderer Verwandtschaft, als Beweis dafür an. Dagegen wird jedoch mit Recht eingewendet, daß die Ameisen möglicherweise diese beiden Bäume gerade deshalb besiedelt haben, weil sich ihnen hier neben der Wohnung auch gleich Nahrung darbot. Auf Grund dieser Anschauung behauptet Rettig[2], daß die Belt'schen Körperchen, die Drüsen der Blattspitzen, noch heute physiologisch die gleiche Rolle spielen wie zur Zeit der Besiedelung und damals schon nebenbei die gleiche Anziehungskraft auf Ameisen ausgeübt haben wie jetzt. Jedoch selbst wenn man annähme, daß die Belt'schen Körperchen Drüsen sind, sollten sie auch ursprünglich so mit Reservestoffen erfüllt gewesen sein, wie es doch sonst bei Drüsen nie der Fall ist? Und vor allem, wie wäre dann ihre Mehrkernigkeit zu erklären? Die Hypertrophie dieses Gewebes macht einen ausgesprochenen pathologischen Eindruck. Daß das Gewebe zur Zeit der

---

[1] Schimper A. F. W., Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena, 1888.

[2] Rettig, Ameisenpflanzen — Pflanzenameisen. Beihefte zum botan. Zentralblatt 17. 1904.

Besiedelung ganz anders ausgesehen hat, steht meiner Ansicht nach außer Zweifel. Wie sich diese weitgehenden Umwandlungen vollzogen haben, ist wohl noch unaufgeklärt. Die makro- und mikroskopischen Ähnlichkeiten der Belt'schen sowohl als auch der Müller'schen Körperchen mit Gallenbildungen lassen die Vermutung aufkommen, daß es sich hier vielleicht auch um eine solche handeln könnte. Schon Fiebrig[1] zieht nach den Ähnlichkeiten im Habitus allein diesen Schluß und ist der Meinung, daß diese Pflanzenprodukte möglicherweise durch Aktivität der Ameisen entstanden sind, indem die Pflanze durch den kontinuierlichen Reiz zu gewissen Reaktionen gezwungen wurde, die schließlich konstant geblieben und vererbt worden sind. Sollen ja auch die blasig aufgetriebenen Dornen auf den Reiz eines Insekts hin entstanden sein. Wenn es sich tatsächlich so verhält, müßte man auch diese Gallenbildung als vererbbar auffassen, da auch unbewohnte Exemplare einer sonst myrmekophilen Art aufgetriebene Dornen ausbilden.

Nach dem augenblicklichen Stand der Forschung läßt sich wohl nichts Definitives darüber behaupten. Eine eingehende Beobachtung und Untersuchung der Belt'schen Körperchen in der Heimat der myrmekophilen Akazien, ein Vergleich mit den analog gebauten Ameisenbrötchen, wie sie außer bei der *Cecropia*, bei der *Leea hirsuta* und der *Acantacea Thunbergia* vorkommen, würde uns der Lösung dieser Frage vielleicht näher bringen.

Literaturverzeichnis.

Darwin Fr., On the glandular bodies of Acacia sphaerocephala and Cecropia peltata serving as food for ants, with an appendix on the nectar glands oft he common brake fern Pteris aquilina. Journ. of the Linn. Soc. Botany. Vol. XV.

[1] Fiebrig K., *Cecropia pelt.* mit einer Notiz über Ameisendornen bei *Acacia*. Biol. Zentralblatt XXIX. 1909.

Fiebrig K., *Cecropia pelt.* mit einer Notiz über Ameisendornen bei *Acacia.* Biol. Zentralbl. XXIX. 1909.

Goebel K., Organographie der Pflanzen. II. Jena. 1898. S. 505.

Küster E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena, 1903.

Miehe H., Ameisenpflanzen. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, I. S. 255. 1912.

Nemec B., Das Problem der Befruchtungsvorgänge und anderer zytologischer Fragen. Berlin, 1910.

Raciborski, Über die Vorläuferspitze. Flora, Bd. 87. 1900.

Rettig, Ameisenpflanzen — Pflanzenameisen. Beihefte zum bot. Zentralblatt 17. 1904.

Schimper A. F. W., Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena, 1888.

Schimper A. F. W., Pflanzen und Ameisen in Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena, 1898. S. 147.

Sjöstedt Y., in Wiss. Ergeb. d. schwed. Exped. n. d. Kilimandjaro. Upsala, 1908.

Zimmermann A., Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. 1896.

Tafelerklärung.

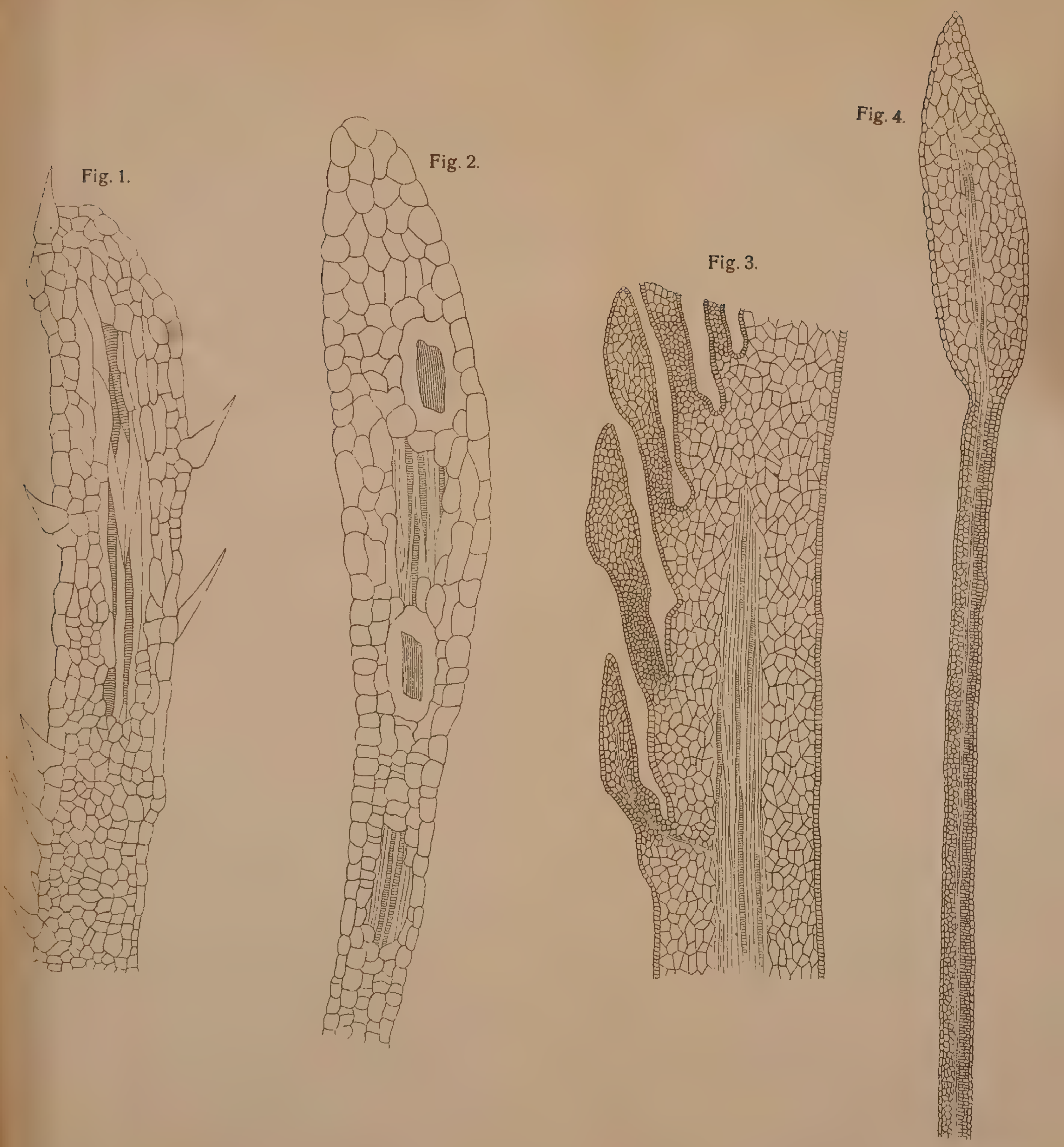
Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Vorläuferspitze von *Mandevillea suaveolens*.
» 2. Längsschnitt durch die Vorläuferspitze von *Testudinaria rupestris*.
» 3. Längsschnitt durch die Blattanlage von *Acacia sphaerocephala*.
» 4. Längsschnitt durch ein erwachsenes Blättchen mit Belt'schem Körperchen der *Acacia sphaerocephala*.

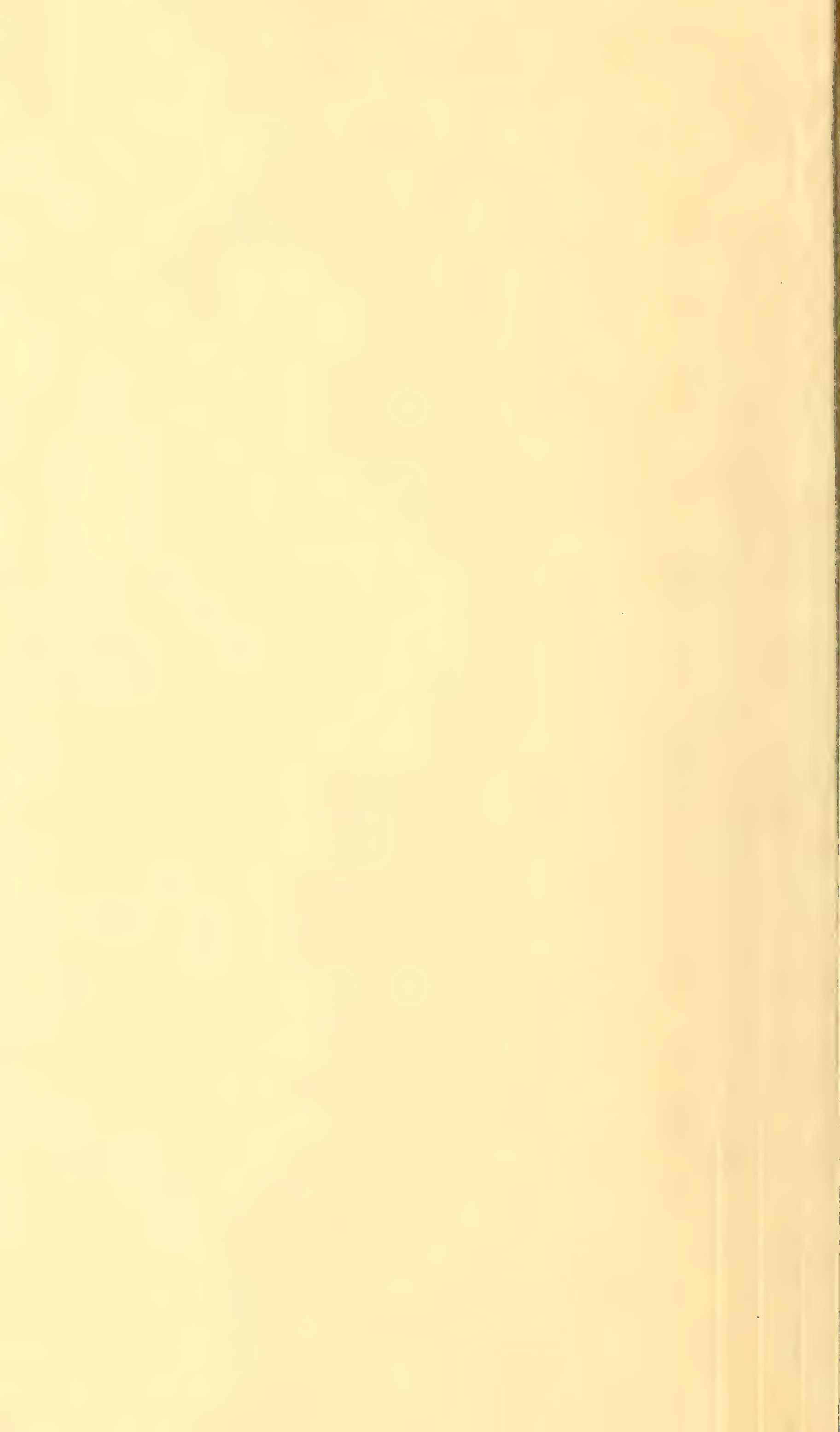
Tafel II.

Fig. 1. Längsschnitt durch das Gewebe eines erwachsenen Belt'schen Körperchens. Die Zellen sind vielkernig.
» 2. Die Zellkerne des jungen Belt'schen Körperchens eben in Teilung.
» 3. Ölkugeln in den Zellen des Belt'schen Körperchens. (Nach einem Handschnitt an frischem Material.)
» 4. Jugendstadium des Belt'schen Körperchens mit noch einkernigen Zellen.





Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

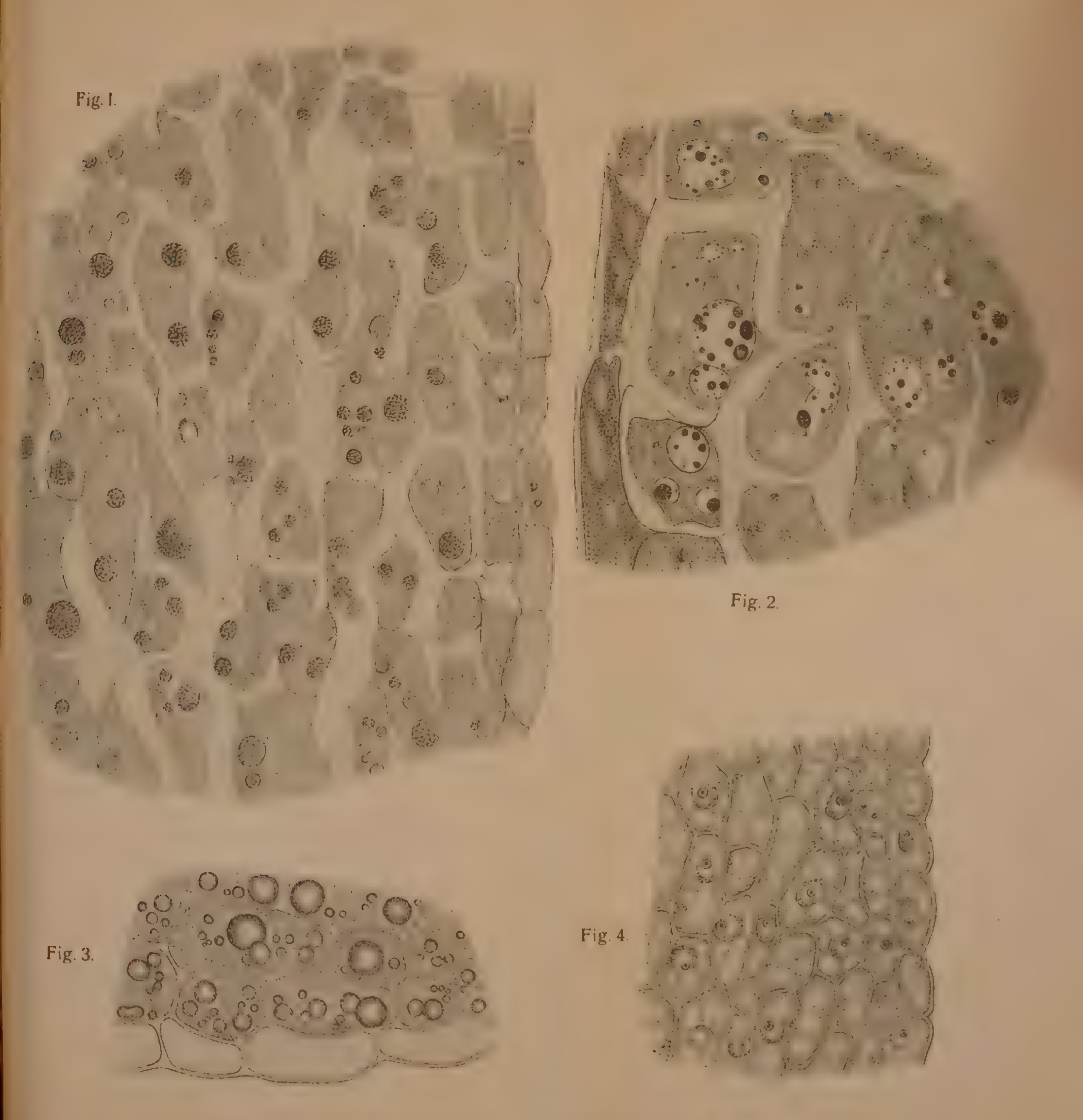


Jokl, M.

Fig.

Fig.





Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.



Zur Entwicklungsgeschichte von *Plantago media*

Von

Dr. Karl Schnarf

(Mit 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Dezember 1917)

Als ich mich entschloß, wenigstens an einer Art die Samenentwicklung der *Plantaginaceae* kennen zu lernen, waren es zwei Fragen, die ich einer Beantwortung zuzuführen hoffte. Zunächst hatte Nawaschin in einer Fußnote seiner Arbeit (23) bemerkt, daß sein Schüler E. Aschkenasi bei einigen *Plantago*-Arten Chalazogamie beobachtet habe. Diese Angabe verlangte ohne Zweifel eine Nachuntersuchung. Ferner schien es mir von Wert, die ersten Schritte der Endospermbildung in einwandfreier Weise festzustellen, da ich der Ansicht bin, daß gerade diese von besonderem systematischen Interesse sind. Daß in dieser Hinsicht unsere Kenntnisse von der Samenentwicklung der *Plantaginaceae* eine Lücke aufweisen, wird übrigens auch von Frau Jacobsson-Stiasny (15, p. 70) hervorgehoben.

Der Bericht über meine Beobachtungen bei *Plantago media* wird nun dadurch sehr vereinfacht, daß in jüngster Zeit Rößler (25) bei *Plantago major* Porogamie nachgewiesen hat. Ich brauche also im wesentlichen nur die zweite Frage eingehender zu behandeln.

Die Entwicklung der Samenanlage von *Plantago media* vollzieht sich in den jüngsten Stadien völlig in normaler und für die Mehrzahl der Sympetalen typischen Weise. In dem

kleinen Nucellus ist frühzeitig die einzige Archesporzelle zu erkennen. Das gelegentliche Auftreten von zwei Archesporzellen — wie es bei verschiedenen Tubifloren gelegentlich festgestellt wurde, so bei *Pedicularis* (Lundquist, 19), *Lathraea* (Schmid, 28), *Lamium* (Strasburger, 33), *Galeopsis* (Schnarf, 29), *Christisonia* (Worsdell, 37) — konnte bei *P.* weder von mir noch von Jönsson (16), der die jüngsten Stadien bei *P. major* untersuchte, beobachtet werden. Der Nucellus, der im wesentlichen nur aus der Archesporzelle und einer umhüllenden Epidermis besteht, wird bald von dem einzigen mächtigen Integument umwachsen. Die Archesporzelle teilt sich zweimal und von den vier so entstandenen Zellen wird die unterste zum Embryosack. Eine Ausnahme ist von mir nicht beobachtet worden.[1]

Die Samenanlage mit dem achtkernigen Embryosacke bietet ebenfalls wenig besonderes (Fig. 1 *a*). Auffallend ist nur die Mächtigkeit des Integumentes und vor allem die außerordentlich lange Mikropyle. Es liegt also bei *P. media* dasselbe Verhalten vor, wie es Balicka-Iwanowska für die von ihr untersuchten Arten angibt: ». . . le sac embryonnaire se trouve assez profondément englobé dans le tissu environnant, par conséquent l'ouverture micropylienne est d'une longueur considérable.« Der völlig ausgebildete achtkernige Embryosack ist ganz und gar normal. An seiner Basis liegen die drei Antipoden, die noch ziemlich lange nachweisbar sind, ohne daß sie je ein Anzeichen für eine erhöhte Betätigung erkennen lassen. Der Eiapparat bietet den gewöhnlichen Anblick; knapp unter ihm liegen die beiden Polkerne oder deren Verschmelzungsprodukt. Der Embryosack grenzt zu dieser Zeit direkt an die Innenlage des Integumentes, welche in sehr deutlicher Weise als sogenanntes Tapetum oder

---

[1] Für die Tubifloren scheint es im allgemeinen typisch zu sein, daß die unterste Makrospore zum Embryosack wird. Aus der Literatur sind mir nur folgende Ausnahmen bekannt: *Trapella* (Oliver), *Avicennia* (Treub) und *Byblis* (Lang). Die Zugehörigkeit von *Byblis* zu den Tubifloren ist wohl überhaupt zweifelhaft (vergleiche diesbezüglich Diels in Nat. Pflanzenfam., Nachtrag III, p. 135). Die beiden anderen Angaben bedürfen wohl einer neuerlichen Untersuchung.

Epithel ausgebildet ist. Die Zellen des letzteren sind plasmareich, und namentlich in der mittleren Höhe des Embryosackes sehr dicht gedrängt (Fig. 1 *b*). Gegen die Mikropyle zu werden ihre Membranen ohne Übergangsregion sehr dick und stark lichtbrechend. Im Gegensatz zu den übrigen Zellen des Tapetums schließen sie frühzeitig mit dem

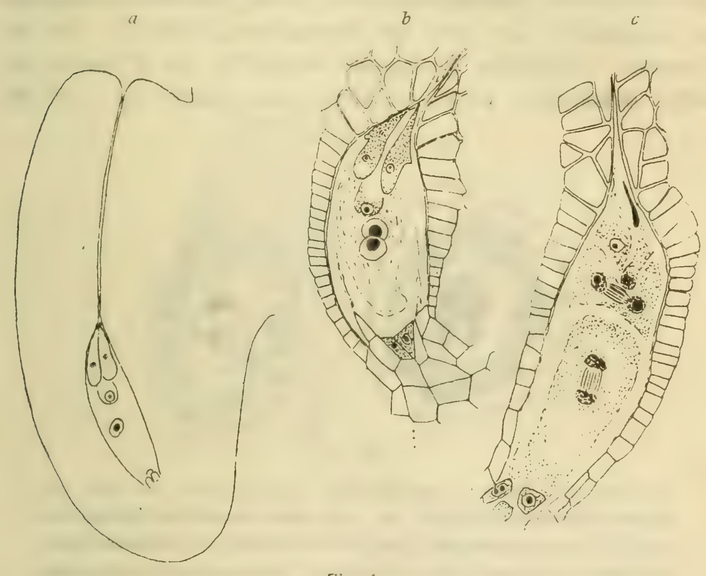


Fig. 1.

a Samenanlage im Längsschnitt, schematisiert. *b* Embryosack vor der Vereinigung der Polkerne und das angrenzende Integumenttapetum. *c* Embryosack während des zweiten Teilungsschrittes des Endosperms. (*a* schwach vergrößert, *b* und *c* gezeichnet mit Leitz. hom. Imm. $^1/_{12}$ a u. Zeichenokular und dann auf zwei Drittel verkleinert.

Wachstum ab. Nachdem Van Tieghem (35) sehr häufig eine Gruppe verholzter Zellen an der Basis des Embryosackes — eine sogenannte Hypostase — gefunden und auch derselbe Autor vereinzelt solche Gruppen oberhalb des Embryosackes — eine Epistase — beobachtet hat und ich selber auch eine solche Epistase bei *Galeopsis*-Arten festgestellt habe, lag es nahe, auch bei *Plantago* eine Verholzung dieser Tapetumregion zu vermuten. Jedoch ergaben die betreffenden Zellen

keinerlei Verholzung. Balicka-Iwanowska hat eine Gruppe derartiger Zellen auch bei anderen Arten — besonders ausgeprägt bei *P. maritima* — beobachtet und sagt von ihnen: »Elles sont riches en continu et munies de membranes épaissies et gélifiées de bonne heure.«

In Rücksicht auf die oben angeführte Angabe Nawaschin's trachtete ich mir Klarheit über den Verlauf des Pollenschlauches zu verschaffen. Ich kann die Beobachtung Rößler's, der bei *P. major* zweifellose Porogamie feststellte, für *P. media* nur völlig bestätigen, wenn es auch nicht leicht ist, hier den

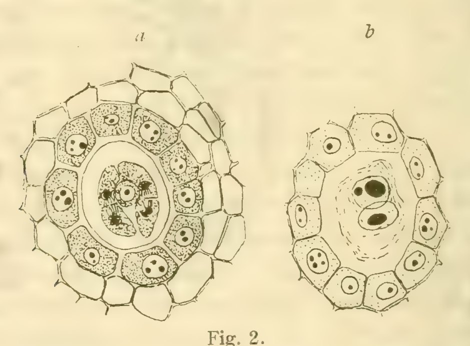


Fig. 2.

a Embryosack nach der Befruchtung, Querschnitt in der Höhe der oberen Endospermkammer; die vier eben durch die Teilung entstandenen Endospermzellen umgeben die Eizelle. *b* Querschnitt durch denselben Embryosack in der Höhe der unteren Endospermkammer. (Vergrößerung wie bei Fig. 1, *b* und *c*.)

Weg des Pollenschlauches zu verfolgen. Am leichtesten gelingt es, ihn in der Nähe des Mikropyleneinganges zu sehen. Ihn im Mikropylenkanal selbst festzustellen, ist am besten bei weiter vorgeschrittenen Stadien möglich, die bereits das Auswachsen der oberen Haustorien zeigen. Zu dieser Zeit scheint der Pollenschlauch etwas aufgequollen und daher leichter sichtbar zu sein, eine Beobachtung, die ich auch bei verschiedenen Labiaten und in entsprechenden Stadien von *Hypericum* machen konnte. Von einer bildlichen Darstellung des Pollenschlauchverlaufes bei *P. media* glaube ich unter Hinweis auf Rößler's Arbeit absehen zu können. Wie dieser Autor wohl mit Recht vermutet, ist die von Nawaschin

angeführte Beobachtung Aschkenasi's auf eine Mißdeutung von Haustorialschläuchen zurückzuführen und daher *Plantago* aus der Liste derjenigen Pflanzen zu streichen, bei denen Chalazogamie vorkommt.

Die ersten Endospermteilungen seien im folgenden an der Hand einiger Abbildungen besprochen. Fig. 1 *c* zeigt den zweiten Teilungsschritt des Endosperms. Durch die erste

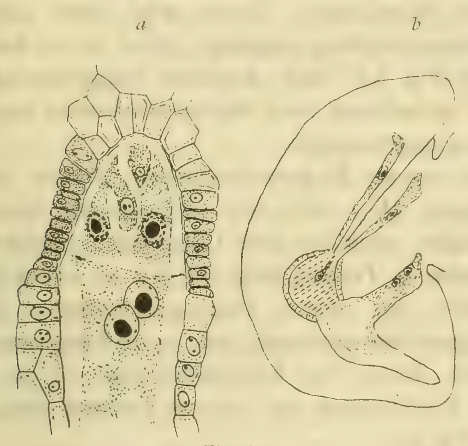


Fig. 3.

a Jugendliches Endospermstadium, von den vier Endospermzellen der oberen Kammer liegen zwei im Schnitte, zwischen ihnen die Eizelle, die untere Kammer enthält zwei große Kerne. *b* Samenanlage in einem weiter vorgeschrittenen Stadium; Endosperm (schräg gestrichelt) umgibt den Embryo; das untere Haustorium hat einen mächtigen lateralen Ast gestrichen; von den vier oberen Haustorien sind nur zwei dargestellt; schematisch. (*a* vergrößert wie Fig. 1, *b* und *c*; *b* schwach vergrößert.)

Teilung des primären Endospermkernes sind offenbar zwei ungleich große, übereinanderliegende Kammern gebildet worden. In jeder derselben ist der Kern in Teilung getreten. Die untere Spindel steht vertikal (ob immer?), während die obere quer gestellt ist. Über dieser finden wir die noch ungeteilte Eizelle, die sehr deutlich die seitliche Anheftung erkennen läßt, eine Synergide — die andere, beim Befruchtungsvorgang desorganisierte, liegt im Nachbarschnitte — und ein Stück des Pollenschlauches. Die Lage dieses Stückes ist übrigens

ein weiterer Beleg für die Feststellung, daß bei *P. media* Porogamie herrscht.

Ein Vergleich der Fig. 1 *c* mit Fig. 3 *a* sagt uns, daß es in der unteren Kammer bei der Kernteilung zu keiner Wandbildung kommt. Die untere Kammer wird zu einer großen, zweikernigen Zelle, der »basalen Endospermzelle«, die bei verschiedenen Tubiflorenfamilien auftritt, und bildet die Anlage des unteren Haustoriums. Dieses wird somit schon bei der ersten Endospermteilung angelegt. Seine beiden Kerne zeigen schon jetzt (Fig. 3 *a*) eine deutliche Vergrößerung und eine auffallende Vermehrung ihrer Nucleolarsubstanz gegenüber den übrigen Endospermkernen.

In der oberen Endospermkammer kommt es dagegen zur Zellteilung. Hier wird, wie sich aus der Spindelstellung (Fig. 1 *c*) ergibt, zunächst eine Längswand gebildet. Die sich daran schließende Teilung zeigt Fig. 2 *a* an einem Querschnitt in der Höhe der oberen Endospermkammer. Es werden wieder Längswände senkrecht zur ersten Längswand gebildet. In der Mitte dieser vier Endospermzellen ist die Eizelle zu sehen. Die Verhältnisse der unteren Kammer zeigt der Querschnitt in Fig. 2 *b*.

Nach diesem Teilungsschritte besteht somit das Endosperm aus der großen, zweikernigen basalen Endospermzelle und über dieser aus vier nebeneinander liegenden, kleineren Endospermzellen, zwischen die sich die befruchtete, aber noch ungeteilte Eizelle eindrängt. Einem solchen Stadium ist der in Fig. 3 *a* dargestellte Schnitt entnommen, der zwei von den vier oberen Endospermzellen enthält.

Bevor die weitere Entwicklung von *P. media* besprochen wird, seien die spärlichen Angaben aus der Literatur über die Endospermbildung der Plantaginaceen angeführt. Hofmeister (11, S. 623) berichtet über *P. lanceolata*: »Nach der Ankunft des Pollenschlauchendes an der Außenfläche des Embryosackscheitels, welche sehr bald nach Bestäubung der Narben erfolgt, wird der Embryosack nach Verschwinden seines primären Kernes durch eine Querwand . . . . in zwei Tochterzellen geteilt. Dieser Teilung folgt sehr bald eine neue Teilung derjenigen beiden Tochterzellen, welche das

mikropyläre Ende des Embryosackes ausfüllt, durch eine auf der vorher entstandenen rechtwinkeligen, in Beziehung auf das gebogene mikropyläre Ende des Sackes ebenfalls quere Wand.« Nach dieser Angabe und der dazu gehörenden Abbildung verläuft also der Anfang der Endospermbildung fast genau so wie bei *P. media*. Der geringfügige Unterschied betrifft nur das seitwärts abgebogene, mikropyläre Ende des Embryosackes. Über die Kerne der unteren Kammer erwähnt Hofmeister nichts, dessen Darstellung recht gut mit den Abbildungen bei Buscalioni (4, Tafel I, Fig. 2 und 6) übereinstimmt.

In der Folge teilen sich bei *P. media* zunächst die vier oberen Zellen unter Ausbildung von Querwänden. Die weiteren Teilungen erzeugen einen kugeligen Endospermkörper, der den sehr langsam wachsenden Embryo umschließt. Erst wenn der Endospermkörper aus einer Anzahl von Zellen (wahrscheinlich 16) besteht, wachsen die vier obersten, der Mikropyle zugewendeten Endospermzellen zu je einem langen, schlauchförmigen Haustorium aus. Das obere, aus vier selbständigen Schläuchen bestehende Haustorium ist somit ontogenetisch jünger als das untere Haustorium, das schon bei der ersten Endospermteilung abgegliedert wird.

Über die weitere Ausbildung der Haustorien glaube ich mich kurz fassen zu können. Wie Fig. 3 *b* zeigt, schließt sich an den kugeligen, von einem wohlentwickelten Integumenttapetum umgebenen Endospermkörper nach unten hin das mächtige untere Haustorium an, das einen kräftigen, lateralen Ast gegen den Funiculus zu getrieben hat. In diesen Ast sind die beiden mächtigen hypertrophierten Kerne und die Hauptmasse des Protoplasmas hineingewandert. Das obere Haustorium besteht aus vier isolierten Schläuchen — in der schematisierten Fig. 3 *b* sind nur zwei davon dargestellt worden —, die je einen mächtigen Kern enthalten. Sie verlaufen sämtlich annähernd parallel zum Mikropylarkanal. Das Gewebe in der Nachbarschaft aller Haustorien ist außerordentlich reich an Stärke. Die ganze Samenanlage ist in diesem Stadium sehr stark gekrümmt, offenbar infolge des stärkeren Wachstums des äußeren Teiles des Integumentes. Auf die weiteren

Veränderungen näher einzugehen, kann ich wohl absehen. Sie bieten wohl kaum etwas besonderes, was nicht schon bei Balicka-Iwanowska Darstellung gefunden hätte.

Im Anschlusse an meine Beobachtungen bei *Plantago media* möchte ich die bei den übrigen Tubifloren herrschenden Endospermverhältnisse zum Vergleiche heranziehen. Insbesondere scheint mir hierbei die Frage von Interesse: Inwieweit lassen sich die ersten Teilungsschritte des Endosperms in der Reihe der Tubifloren homologisieren? Ist ferner die Endospermbildung bei den Tubifloren oder wenigstens bei einem Teile derselben einheitlicher Natur? Falls sich die letzte Frage bejahen läßt, so zwingt dieser Umstand dazu, in der noch immer etwas strittigen Frage nach der systematischen Zugehörigkeit der *Plantaginaceae* Stellung zu nehmen. (Vgl. diesbezüglich: Mattei 20 und die dort angeführte Literatur.)

Eine vergleichende Entwicklungsgeschichte des Endosperms der Tubifloren hat, wie die Untersuchungen Samuelssons (27) und der Jacobsson-Stiasny (15) zeigen, mit der außerordentlichen Schwierigkeit zu kämpfen, daß das vorliegende Tatsachenmaterial sehr lückenhaft und gewiß nicht ganz frei von Beobachtungsfehlern ist. Manchen Untersuchungen lag ja eine ganz andere Fragestellung zugrunde, für welche die uns hier interessierenden Merkmale mehr nebensächlicher Natur waren. Manche gehören einer weiter zurückliegenden Zeit an, in der die mikroskopische Technik nicht über die heutigen Hilfsmittel verfügte. Jedoch wäre es meiner Ansicht nach falsch, die Fülle der Tatsachen, mit denen uns Hofmeister bekannt gemacht hat, bei einer vergleichenden Entwicklungsgeschichte nicht auszunützen. Die ganze neuere embryologische Literatur zeigt ja, wie bewunderungswürdig genau und zuverlässig die Angaben dieses großen ontogenetischen Forschers sind.

Die angedeutete Schwierigkeit, die ein Vergleich der entwicklungsgeschichtlichen Merkmale hat, wird durch einen anderen Umstand meines Erachtens voll aufgewogen. Derartige Merkmale sind wohl stets als Organisationsmerkmale zu

betrachten, da sie in sehr hohem Grade den Einwirkungen äußerer Bedingungen entzogen sind. Sie wirken daher am überzeugendsten, wenn sie zur Beurteilung der Frage nach der natürlichen Verwandtschaft herangezogen werden können.

In dem folgenden Vergleich der Entwicklungsgeschichte des Endosperms beschränke ich mich im wesentlichen auf die beiden ersten Teilungsschritte des Endosperms. In der Umgrenzung der Reihe der Tubifloren über den ihr von v. Wettstein gegebenen Umfang hinauszugehen, habe ich — wie sich aus dem folgenden von selbst ergeben wird — keinen Anlaß.

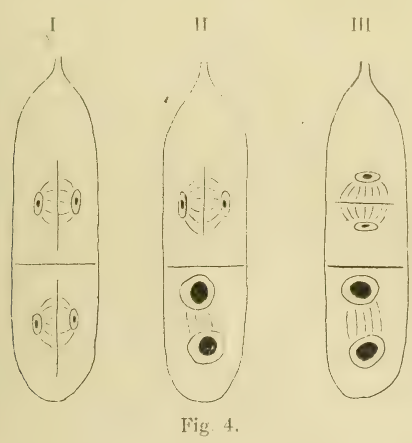


Fig. 4.

Schematische Darstellung der bei Tubifloren häufig festgestellten Typen der Endospermentwicklung. Nähere Erklärung im Text.

In meiner Untersuchung über die Samenentwicklung der Labiaten (29) fand ich eine gewisse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der ersten Endospermstadien. Die von mir beobachteten Haupttypen sind in Fig. 4 schematisch dargestellt. Allen gemeinsam ist, daß die erste Teilung des primären Endospermkernes eine quergestellte Wand liefert, die in der Figur stärker ausgezogen ist. Typus I ist nun dadurch gekennzeichnet, daß in der oberen und in der unteren Kammer beim zweiten Teilungsschritte eine Längswand gebildet wird. Beide Kammern verhalten sich somit — bis auf weiteres wenigstens — gleich. Diesen Typus fand ich bei *Scutellaria*.

Typus II unterscheidet sich nun von Typus I dadurch, daß in der unteren Kammer die Ausbildung einer Längswand unterbleibt oder wenigstens diese nach kurzer Zeit wieder aufgelöst wird; es entsteht hier eine zweikernige Zelle, — von mir als basale Endospermzelle bezeichnet — die sich nicht mehr weiter teilt und zum unteren Haustorium wird. Dieser Typus, den ich bei *Brunella vulgaris*, *Salvia pratensis* und *glutinosa* und — noch weiter modifiziert — bei *Galeopsis*-Arten beobachten konnte, erscheint in leicht verständlicher Weise von Typus I ableitbar. Das Unterbleiben der Wandbildung und der weiteren Zellteilung in der unteren Kammer ist im Sinne der von Schmid (28, p. 280) klar begründeten Theorie als eine mit Hypertrophie verbundene Hemmungserscheinung aufzufassen, die durch die günstige Ernährung des unteren Endes des Embryosackes hervorgerufen wird. Typus III — von mir bei *Stachys silvatica* festgestellt — unterscheidet sich von Typus II nur dadurch, daß in der oberen Kammer statt der Längswand eine Querwand ausgebildet wird. Eine Ableitung des Typus III von Typus II erscheint nun nicht so leicht verständlich wie die des Typus II von Typus I. Zunächst erscheint es wohl klar, daß wir Typus III nur an Typus II anschließen können; denn die untere Kammer verhält sich bei beiden ganz gleich. Welche Umstände es aber verständlich machen können, daß in der oberen Kammer statt einer Längs- eine Querwand ausgebildet wird, darüber läßt sich kaum ein sicheres Urteil abgeben. Am ehesten könnte man an eine entwicklungsmechanisch bedingte Beeinflussung durch die Raumverhältnisse denken. Der mir bekannte Fall bei *Stachys* (vgl. 29, p. 42) scheint mir für eine solche Auffassung zu sprechen. Ich möchte aber auch die von Juel (17) untersuchte Endospermbildung von *Hippuris vulgaris* zum Vergleiche heranziehen. Bei dieser Pflanze, deren Samenbildung nach Juel so viele Übereinstimmung mit der zahlreicher Sympetalen, und zwar — wie ich noch hinzufügen möchte — speziell zahlreicher Tubifloren aufweist, entwickelt sich das Endosperm in kurzen Embryosäcken nach Typus I. »Bald nach der Befruchtung teilt sich der Zentralkern und dann erfolgt eine Querteilung der großen zentralen Zelle, der

Mutterzelle des Endosperms, in eine obere ziemlich kurze und eine längere basale Zelle... Wie oben hervorgehoben wurde, kann die Länge des Embryosackes verschieden sein, je nachdem die Befruchtung früher oder später eintrat. Die folgenden Teilungen im Endosperm können daher verschieden ausfallen. In kurzen Embryosäcken folgen jetzt in beiden Zellen Längsteilungen, und zwar zwei solche Teilungsschritte, so daß zwei Stockwerke von je vier langen, schlauchförmigen Zellen gebildet werden (Fig. 31, Taf. III). In stärker verlängerten Embryosäcken erfolgt aber in der einen Zelle erst eine zweite Querteilung. In einigen Fällen ist es vielleicht die obere Zelle, die diese Teilung erleidet (Fig. 32, Taf. III). Offenbar kann es aber auch die basale Zelle sein. Jedenfalls entstehen in diesen Fällen drei Stockwerke von je vier langen Zellen (Fig. 32 bis 34).« Wir sehen somit, daß hier bei einer und derselben Pflanze das Endosperm entweder nach Typus I sich bildet oder — wahrscheinlich durch die Raumverhältnisse bedingt — vor dem normalen zweiten Teilungsschritt sich der erste wiederholt. Diese bei *Hippuris* festgestellten Verhältnisse sind vielleicht als ein Analogon anzusehen, welches uns die Ableitung des Typus III aus II verständlicher macht. In der Literatur werden aber für gewisse Labiaten noch andere Vorgänge bei der Bildung des Endosperms beschrieben. So gibt Sharp (31) für *Physostegia virginiana* an, daß zuerst eine Längswand gebildet werde. Daß es sich in diesem Falle um eine falsche Deutung der Beobachtungen handle, hat bereits Jacobsson-Stiasny (15, p. 68) vermutet. Auch ich habe mich (29, p. 36) derselben Ansicht angeschlossen. Wie dort näher begründet wird, handelt es sich bei *Physostegia* wohl sicher um dieselbe Modifikation von Typus II, die ich bei *Galeopsis* beobachtet habe und die nur darin besteht, daß die zweikernige basale Endospermzelle (= unteres Haustorium) reduziert ist. Auch *Lamium*, dessen Endospermbildung nach Soltwedel (32) in anderer Weise beschrieben wird, dürfte demselben Typus folgen (vgl. 29, p. 39).

Über die Scrophulariaceen liegt eine verhältnismäßig große Zahl von Beobachtungen vor, die wir vor allem Schmid (28) verdanken. Nach diesem Autor tritt Typus I bei *Digitalis*

purpurea auf (28, p. 212): »Die erste Teilung des primären Endospermkernes erfolgt in der Mitte des Embryosackes... Nach dieser ersten Querteilung scheinen meist unten und oben zwei Längswände angelegt zu werden...« Typus II wurde bei *Linaria vulgaris* und *alpina* beobachtet (28, p. 192): »...Auch hier wird nur die obere der zwei ersten Endospermzellen zum Nährgewebe. Es werden zunächst zwei Längswände, die sich unter rechten Winkeln schneiden, hierauf in jeder der so entstandenen 4 Zellen wieder Querwände angelegt...« Den Typus III beschreibt Schmid bei *Antirrhinum majus* (28, p. 195): »Der ersten Querwand folgt eine zweite im oberen Teil, während der untere ungeteilt bleibt, doch meist noch eine Kernteilung folgen läßt.« Bei einer ganzen Reihe von Arten stellte ferner Schmid das Auftreten von zwei Querwänden fest, die den Embryosack in drei Etagen gliedern, wobei es unentschieden bleibt, welche Querwand zuerst angelegt wurde. Diese Arten sind: *Veronica chamaedrys* und *hederifolia, Euphrasia Rostkoviana* und *odontites, Alectorolophus hirsutus* und *minor, Pedicularis palustris, verticillata, caespitosa, recutita* und *tuberosa, Melampyrum silvaticum* und *Tozzia alpina.* Daß auch diese Arten dem Typus III folgen, möchte ich als wahrscheinlich bezeichnen. Für *Euphrasia Rostkoviana* wurde es übrigens auch von Wurdinger (38, Taf. 2, Fig. 35) sichergestellt. Nur für eine einzige Art, nämlich *Pedicularis palustris,* gibt Schmid an, daß vermutlich die obere Querwand die zuerst ausgebildete sei. Doch scheint mir aus seinen Abbildungen (Textfigur 35 und 36*a,* ferner Taf. XI, Fig. 10) eher darauf geschlossen werden zu können, daß zuerst die untere Querwand gebildet wird, unter welcher keine Zell-, sondern nur mehr eine Kernteilung stattfindet. Bei *Lathraea Squamaria* wurden von Schmid Typus II und III beobachtet und dies stimmt mit den Darstellungen bei Hofmeister (10, 11, 12) und Bernard (2) überein. Schwerer können mit einem der drei Typen die Verhältnisse bei *Verbascum* identifiziert werden. Über *Verbascum montanum* berichtet Schmid (28, p. 180): »Sobald die Befruchtung vollzogen ist, wandert der primäre Endospermkern wieder in die Mitte des Embryosackes zurück und

schickt sich sofort zur ersten Teilung an... Rasch nacheinander entstehen zwei Querwände, welche den Embryosack in drei Etagen zerlegen, deren jede alsbald durch zwei längs verlaufende, genau rechtwinkelig auf einander stehende Teilungswände in vier Zellen zerfällt.« Ich bin geneigt, diesen Vorgang der ersten Ausbildung des Endosperms für eine Modifikation des Typus I zu halten und werde in dieser Auffassung durch die oben angeführten Beobachtungen Juel's an *Hippuris vulgaris* bestärkt. Kaum verständlich scheinen mir aber die Angaben Hofmeister's (11, p. 630) über *Hebenstreitia dentata*: »Sofort nach seiner (nämlich des Pollenschlauches) Ankunft beginnt eine starke Längsstreckung aller Teile des Embryosackes. Seine Mittelgegend schwillt dabei etwas an. Am oberen Ende dieser bauchigen Erweiterung entsteht eine Querwand, welche den Embryosack in zwei Tochterzellen teilt, in deren unterer sofort neue Teilung durch Querwände erfolgt, entweder hintereinander wiederholt oder mit Längswänden abwechselnd.« Bezüglich *Torenia Deli* bringt Balicka-Iwanowska eine Abbildung (1, Taf. V/VI, Fig. 24), welche es wahrscheinlich macht, daß diese Art dem Typus I folgt.

Aus der Literatur über die *Orobanchaceae* seien die Angaben Bernard's (2) über die erste Endospermentwicklung von *Orobanche* und *Phelipaea* angeführt. Dieser Autor beschreibt das in seiner Fig. 5 auf Taf. VII dargestellte Stadium des jugendlichen Endosperms von *Orobanche* folgendermaßen. »L'albumen est formé tout d'abord par deux cellules superposées, égales à peu près, dont la supérieure (celle qui est le plus près de l'appareil sexué) se divisera pour donner l'albumen, tandis que celle qui se trouve du côté antipodial restera indivise sous forme d'une cellule allongée dans la direction du funicule et quelquefois un peu recourbée (Taf. VII, Fig. 5)... La cellule supérieure des deux premières cellules d'albumen s'est divisée d'abord en deux cellules superposées, puis chacune s'est divisée longitudinalement, donnant ainsi deux séries longitudinales de cellules.« Somit verläuft der Vorgang der Endospermbildung von *Orobanche* nach Typus III, mit dem einen Unterschied,

daß der Kern der basalen Endospermzelle ungeteilt bleibt. Diese letztere wird nicht zu dem unteren Haustorium, sondern bildet nach Bernard eine »cellule chalaziale conductrice«. Bei *Phelipaea* fand dieser Autor dieselben Verhältnisse. Ich glaube hervorheben zu dürfen, daß die Endospermbildung der *Orobanchaceae* uns zeigt, daß diese Familie von Formen herzuleiten ist, die ähnlich wie die Hauptmasse der Scrophulariaceen, ein wohl entwickeltes unteres und wahrscheinlich auch oberes Haustorium besaßen. Denn auch das letztgenannte findet sich bei *Phelipaea* nach Bernard in verkümmerter Ausbildung angedeutet.

Bezüglich der ersten Teilungsschritte des Endosperms der *Gesneraceae* sind wir auf sehr spärliche und lückenhafte Angaben angewiesen. Cook (5) beschreibt nur die zellulare Ausbildung des Endosperms von *Rhytidophyllum crenulatum* im allgemeinen; er fand am unteren Ende des Embryosackes eine breite birnförmige Zelle, deren Entstehung von ihm nicht ganz sichergestellt wurde; nur schien sie ihm das Ergebnis einer der ersten Teilungen des Endosperms zu sein. Wenn ich die Vermutung äußere, daß hier eine Endospermentwicklung nach Typus II oder III vorliegt, so bestärkt mich darin vor allem das von der Balicka-Iwanowska (1, Taf. VII/VIII, Fig. 39) dargestellte Stadium von *Klugia Notoniana*. Dieses zeigt eine mächtige, zweikernige basale Endospermzelle und darüber zwei quergestellte Wände. Wenn auch eine Angabe darüber fehlt, welche davon die ältere sei, so erscheint mir doch eine Übereinstimmung mit Typus III sehr wahrscheinlich.

Über die Globulariaceen sind wir durch Billings einigermaßen unterrichtet. Dieser berichtet (3, p. 291) über *Globularia cordifolia*: »Nach der Befruchtung teilt sich der Endospermkern so, daß ein Kern in der oberen Region des Embryosackes zurückbleibt, der andere gegen die Antipodenregion hinabwandert. Sobald dieser das untere Ende des Tapetums erreicht hat, bildet sich eine Querwand in der Mitte des Embryosackes, während die Kerne nochmals eine Teilung erfahren. Der obere Teil ist dazu bestimmt, den Embryo und das Endosperm zu tragen, während der untere als Haustorium dient. Das Endosperm entwickelt sich ziemlich rasch und

es finden sich bald Kerne nahe der Querwand, während andere, vier an der Zahl, auf den vier Seiten der Eizelle zu liegen kommen.« Diese Darstellung verlangt in einigen Punkten Aufklärung. Vor allem erscheint es unwahrscheinlich und allen Erfahrungen widersprechend, daß die zuerst angelegte Querwand unabhängig vom ersten Endospermteilungsschritte entstanden sein soll, wie aus der Darstellung bei Billings hervorgeht. Viel wahrscheinlicher ist doch, daß die erste Teilung zur Bildung einer Querwand führt. In der unteren Kammer unterbleibt dann eine weitere Zellbildung; es erfolgt nur eine Kernteilung, es entsteht eben dann das bei so vielen Vertretern der Labiaten, Scrophulariaceen, Plantaginaceen und anderen Familien auftretende untere Haustorium, das ja auch von Billings so gewertet wird. Bei der Beschreibung der Vorgänge in der oberen Kammer vermissen wir vor allem eine Angabe, ob hier Kernteilung oder Zellbildung herrscht. Auch die Abbildungen lassen da im Stich. Aber nach der Art der Verteilung der gezeichneten Kerne halte ich die letztere für wahrscheinlicher. Bei Kernteilung ohne Wandbildung liegen die Kerne so ziemlich gleichmäßig verteilt. In der Abbildung 55 bei Billings liegen die Kerne in der oberen Kammer in einer bestimmten Ordnung. Zunächst eine Anzahl angehäuft unmittelbar oberhalb der Querwand, zwei Kerne paarweise nebeneinander ein Stück höher und einige — wenn ich recht sehe — in unmittelbarer Nähe des Eiapparates. Man denke sich doch nur in einer der Figuren der Scrophulariaceen-Arbeit von Schmid bei einem jungen Endospermstadium, etwa von *Pedicularis* oder *Veronica* oder *Lathraea* (28, Fig. 19, 26, 34, 37, 44 *a*, 58), die Membranen der Endospermzellen weggelassen und die Figuren kleiner reproduziert und man erhält im Wesen dieselbe Verteilung der Endospermkerne wie in der Fig. 55 bei Billings. Ich vermute also, daß diesem Autor die Zellgrenzen in der oberen Endospermkammer entgangen oder doch nicht so sicher von ihm erkannt worden sind, daß er sich darüber klar ausgesprochen hätte. Unterstützt werde ich in dieser Auffassung durch die Angaben Hofmeister's (11, p. 631) über *Globularia vulgaris*, der bei dieser Art ein mit *Hebenstreitia* völlig übereinstimmendes

Verhalten feststellte: »Auch die Entwicklung des Endosperms und des Embryos weicht nur in wenigen Punkten von jener (*Hebenstreitia*) ab. Es wird auch hier die oberste, die Keimbläschen einschließende Zelle des Endosperms durch eine Längswand geteilt, an die angeschmiegt das zum Embryonalschlauch auswachsende, befruchtete untere Keimbläschen zum Endosperm herabwächst. Das untere Ende des Embryosackes bleibt völlig zellenleer, auch die beiden untersten Zellenpaare des Endosperms vermehren sich nicht weiter, strecken sich aber dafür ganz ungewöhnlich in die Länge, namentlich das unterste.« Nach den Beobachtungen beider Autoren, die sich meiner Ansicht nach gegenseitig ergänzen — Hofmeister hat den Inhalt der basalen Endospermzelle, Billings die Abgrenzung der Zellen nicht erkannt —, zu schließen, dürfte auch *Globularia* eine Endospermentwicklung nach Typus II oder III besitzen.

Über die kleinen Familien der *Pedaliaceae* und *Martyniaceae* scheinen keine Beobachtungen betreffend die erste Entwicklung des Endosperms vorzuliegen. Hofmeister (9, p. 41) sagt wohl, daß *Martynia diandra* »mit dem Entwicklungsgang des Embryos auf das genaueste mit *Bartonia* übereinstimmt«. Daraus lassen sich wohl kaum irgendwelche Schlüsse auf die Endospermbildung ziehen. Ich möchte aber darauf hinweisen, daß die Fig. 42 und 43 der Arbeit von Balicka-Iwanowska, die jugendliche Endospermstadien von *Martynia bicolor* zum Gegenstand haben, und ebenso Fig. 44 derselben Autorin, die sich auf *Ceratotheka biloba* bezieht, auffallend an bestimmte Labiaten erinnert. Namentlich mahnt die Anordnung der Endospermzellen in Fig. 42 und 44 sehr an entsprechende Stadien von *Scutellaria*, die dem Typus I folgt. Die Arbeit von Oliver (24) über *Trapella* enthält keine Angaben über die Anlage des Endosperms. Über die haustoriellen Verhältnisse hat meines Erachtens Jacobsson-Stiasny eine zutreffende Umdeutung gebracht.

Die Mitteilungen, die Billings (3, p. 287) über die *Myoporaceae* gebracht hat, gewähren keinen Einblick über die Art der Endospermentwicklung; sie gestatten nicht einmal eine Entscheidung darüber, ob sie nuclear oder zellular vor

sich geht. Samuelsson (27, p. 147) vermutet, daß sich bei dieser Familie das Endosperm durch sukzessive Zellteilung bildet, »obgleich dies nicht aus den bisherigen Untersuchungen hervorgeht und die mitgeteilten Figuren sogar das Gegenteil andeuten können«.

Über die Lentibulariaceen liegen sehr widersprechende Angaben vor. Die Angaben von Merz (22) über *Utricularia* und *Pinguicula* und von Lang (18) über *Byblis* und *Polypompholyx* lassen auf eine nucleare Endospermbildung schließen. Dagegen führt Samuelsson (27, p. 138) Beobachtungen von Dr. Th. Halle, die meines Wissens seither nicht ausführlich veröffentlicht wurden, über *Pinguicula vulgaris* und eigene über *Utricularia minor* an, wonach bei diesen Arten Endospermzellbildung stattfindet. *Pinguicula* gehört nach Samuelsson (27, p. 143) unter diejenigen Pflanzen, bei denen »nach der Entstehung der ersten Querwand in jeder Zelle zwei gegeneinander rechtwinkelige Wände sich bilden«, also wahrscheinlich dem Typus I folgen, wie weniger aus diesem Wortlaut, als vielmehr aus den angeführten Beispielen hervorgeht. *Utricularia* wird dagegen von demselben Autor zu denjenigen Pflanzen gerechnet, bei welchen zunächst zwei Querwände gebildet werden und nur die mittelste so gebildete Zelle das eigentliche Endosperm liefert, wogegen die beiden anderen zu Haustorien werden. *Utricularia* würde demnach dieselbe Endospermbildung zeigen, wie sie Schmid bei einer ganzen Anzahl von Scrophulariaceen beobachtet hat, eine Bildungsweise, die ich früher unter gewissen Kautelen zum Typus III gerechnet habe. Ich bin geneigt, diese Angaben Samuelsson's, der offenbar diesen hier in Frage stehenden Merkmalen besondere Aufmerksamkeit zuwandte, obwohl kein vollständiges Beweismaterial veröffentlicht wurde, für zuverlässiger halten als die unklaren Angaben von Merz und Lang. Diese Angaben Samuelsson's fanden in jüngster Zeit wenigstens insofern eine Bestätigung, als Merl (21, p. 181) bei *Genlisea* — nach seinen Figuren zu schließen — ein zellulares Endosperm feststellte. Über die Art der Endospermbildung sagt er nur: »Die eigentliche Endospermbildung vollzieht sich vorwiegend im mittleren Teile des Embryo-

sackes, während sich die beiden Enden zu Haustorien umbilden.«

Über die ersten Endospermstadien der Verbenaceen liegen sehr wenige Angaben vor. Hofmeister (12, p. 140) hebt bezüglich *Verbena officinalis* nur im allgemeinen die Übereinstimmung mit *Hebenstreitia* hervor. Auch Treub bringt keine genauen Angaben über die Endospermentwicklung von *Avicennia*. Doch erinnert seine Figur (34, Taf. XIV, Fig. 16) deutlich an Typus III.

Die Mitteilungen Hofmeister's über *Catalpa syringaefolia* (11, p. 633) enthalten nichts, was uns über die Entstehung des Endosperms der Bignoniaceen aufklären könnte. Ebenso beziehen sich die Angaben desselben Autors über die Acanthaceen nicht auf die uns hier interessierenden Entwicklungszustände.

Die Boraginaceen weisen neben Formen, welche nucleares Endosperm haben wie *Symphytum* (Hegelmaier 8, p. 561 ff.) oder *Borago* (Guignard 7, p. 206 ff.), auch solche auf, welche ein zellulares Endosperm besitzen. Das letztere wurde von Rosanoff (26) bei *Heliotropium* und *Tiaridium* festgestellt und auch Guignard's Untersuchung (7, p. 211) bestätigt diese Sonderstellung der Heliotropioideen. Die allerersten Entwicklungsstadien sind jedoch nicht bekannt.

Bezüglich der Solanaceen hat sich die Annahme Hofmeister's (10, p. 260), daß die Samen dieser Familie nucleares Endosperm ausbilden, als unrichtig erwiesen. Nur bei *Schizanthus pinnatus* fand Samuelsson (27, p. 141) ein solches. Die in neuerer Zeit untersuchten Arten zeigen zellulares Endosperm. Die jüngeren Endospermstadien, die Guignard bei *Datura* und *Nicotiana* (7) fand, lassen erkennen, daß zunächst Querwände gebildet werden und daß in den von ihnen gebildeten Zellen verschieden gestellte Wände entstehen, deren Richtung ziemlich unregelmäßig verläuft. Immerhin läßt sich vermuten, daß wir in diesen Endospermen relativ ursprüngliche Bildungen vor uns haben, von welchen die Endosperme vom Typus I bis III mit ihrem fixierten, genau geregelten Zellteilungsverlauf abgeleitet werden können. Eine genügende Stütze für diese Ansicht kann jedoch erst ein eingehenderes Studium der Solanaceen liefern.

Über die Nolanaceen liegt meines Wissens nur eine einzige kurze Angabe von Samuelsson (27, p. 137) vor, der für *Nolana prostrata* auf Grund eigener Beobachtungen ein zellulares Endosperm angibt.

Über die Anfänge des Endosperms bei den Hydrophyllaceen sind wir, da uns die Angaben von Billings darüber im Stiche lassen, einzig und allein auf Hofmeister angewiesen. Dieser Autor sagt bezüglich *Nemophila insignis* (11, p. 633): »Nach Ankunft des Pollenschlauches an der Außenfläche der nicht unbeträchtlich verdickten Membran des Embryosackscheitels erscheint in der anschwellenden Mittelgegend des Sackes, diese völlig ausfüllend, eine große Zelle, die Anfangszelle des Endosperms. Die erste der rasch aufeinander folgenden Teilungen geschieht durch eine Längswand (Fig. 17). Das eine Keimbläschen verschwindet früh. Das andere entwickelt sich langsam zu einem mäßig langen Embryonalschlauch, welcher in das heranwachsende Endosperm eindringt. Das zellenleere untere Ende des Embryosackes schwillt während dieses Vorganges zu einer ziemlich umfangreichen Blase an.« Ich glaube, diese Angaben im Zusammenhange mit der Fig. 17 bei Hofmeister lassen sich ungezwungen dahin umdeuten, daß die erste Endospermteilung zur Bildung einer Querwand führt; die untere Kammer bleibt ungeteilt und Hofmeister erklärt sie für zellenleer; sie dürfte aber nichts anderes als das untere, vermutlich zweikernige Haustorium sein, da ja Hofmeister ihr Anschwellen zu einer Blase hervorhebt. Die obere Kammer aber teilt sich durch eine Längswand. Ich glaube somit mit Berechtigung die Vermutung aussprechen zu können, daß die Endospermbildung von *Nemophila* nach Typus II vor sich geht.

Bezüglich der Polemoniaceen sind mir nur die Angaben von Billings bekannt. Dieser (3, p. 279) fand bei *Polemonium flavum*, *Phlox Drummondi* und *Leptosiphon androsace* das Endosperm als eine periphere Lage ausgebildet.

Bei der Betrachtung dieses im vorigen kurz zusammengefaßten Materials müssen wir zunächst die sehr große Lückenhaftigkeit desselben im Auge behalten; denn auch bei den am besten studierten Familien ist die Zahl der unter-

suchten Formen sehr gering. Wenn ich im folgenden einige sich mir aufdrängende Folgerungen ziehe, so beanspruchen sie nur als ein Versuch gewertet zu werden, in einer Anzahl von Tubifloren-Familien gemeinsame Grundzüge in der Entwicklungsgeschichte des Endosperms festzustellen und dadurch zur Charakteristik der Tubifloren beizutragen.

Zunächst steht, wie die im vorigen gegebene Übersicht zeigt, für eine Anzahl von Familien die Einheitlichkeit der Endospermentwicklung fest. Als ursprünglichsten Typus derselben, möchte ich den als I bezeichneten betrachten, bei dem durch die erste Zellteilung eine Querwand gebildet wird, worauf in jeder der beiden so entstandenen Kammern eine Längswand gebildet wird. Als von diesem abgeleitet möchte ich die Entstehungsweise auffassen, bei der auf die erste Querwand noch eine zweite Querwand (wohl meist in der oberen Kammer) folgt, worauf erst die Längswände angelegt werden. Die anderen Typen sind als ernährungsphysiologisch bedingte, abgeleitete Modifikationen zu betrachten. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daß in der unteren Kammer keine Zellteilungen, sondern nur eine einzige Kernteilung erfolgt und daß diese beiden so entstandenen Kerne unter dem Einfluß reichlicher Nahrungszufuhr von der Chalaza her hypertrophieren. Die untere Kammer wird so zum unteren zweikernigen Haustorium. Diese Arten der Endospermbildung sind vor allem bei den Scrophulariaceen und Labiaten nachgewiesen[1] und werden hier mit großer Zähigkeit festgehalten auch dort, wo die Gestaltung des Embryosackes eher eine andere Zellteilungsfolge erwarten ließe. Die von mir bei *Galeopsis* (29, p. 26 ff.) vorgefundenen Verhältnisse bilden da ein lehrreiches Beispiel. Auch bei den Orobanchaceen tritt diese Endospermbildungsweise deutlich in Erscheinung, nur mit dem einen Unterschied, daß in der unteren Kammer die Ausgestaltung zu einem Haustorium unterdrückt wird, ohne daß jedoch dabei eine Rückkehr zum ursprünglichen

[1] Außerhalb der Tubifloren sind mir diese Typen bei *Hippuris* (siehe p. 936 f) und bei *Sempervivum* (Jacobsson-Stiasny, 14, Taf. II, Fig. 2) bekannt.

Typus I stattfände — gewiß ein schönes Beispiel für das Dollo'sche Prinzip der Nichtumkehrbarkeit der phylogenetischen Entwicklung. Die bisher untersuchten Plantaginaceen, deren Anschluß an die Tubifloren bis in die neueste Zeit angezweifelt wurde, erweisen in ihrer Endospermentwicklung ebenfalls die größte Übereinstimmung mit den Labiaten und Scrophulariaceen. Ebenso kann es für die Lentibulariaceen, Gesneraceen, Globulariaceen, Pedaliaceen, Martyniaceen und Hydrophyllaceen mindestens als wahrscheinlich gelten, daß sie sich in ihrer Endospermbildung den oben genannten Familien anschließen, wenn auch nur ganz vereinzelte, meist ältere Beobachtungen vorliegen. Über die Anfänge der Endospermbildung der Bignoniaceen und Acanthaceen fehlen Angaben; jedoch weisen diese Familien andere Eigentümlichkeiten auf, die mit der besprochenen Endospermbildung in Korrelation zu stehen scheinen, nämlich terminale Haustorien und Isthmusbildung. Über die Samenentwicklung der Phrymaceen, Myoporaceen und Columelliaceen liegen überhaupt keine oder doch keine hier verwertbaren Befunde vor. Leider sind auch die Angaben über diejenigen Familien, die als ursprüngliche gelten, nämlich die Polemoniaceen und Solanaceen, ferner über die Boraginaceen und Nolanaceen sehr dürftig. Nach der vorliegenden Literatur ist bei den Polemoniaceen nur nucleares Endosperm beobachtet, während bei den Solanaceen und Boraginaceen teilweise nucleares, teilweise zellulares und bei den Nolanaceen zellulares Endosperm festgestellt ist. Soweit für diese Familien zellulares Endosperm beschrieben ist, fehlen Angaben über die ersten Teilungen vollkommen. Auf Grund des vorliegenden Tatsachenmaterials läßt sich vorläufig nur eine Anzahl von Familien, die sich um die Scrophulariaceen und Labiaten herum gruppieren, als einheitlich in ihrer Endospermentwicklung charakterisieren. Inwieweit dieses Merkmal in den Endospermverhältnissen der Polemoniaceen, Solanaceen, Nolanaceen und Boraginaceen seinen Anschluß findet, müssen erst künftige Forschungen klarstellen.

Angeführte Literatur.

1. Balicka-Iwanowska G., Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certains Gamopetales (Flora 86, 1899, p. 47—71).
2. Bernard Ch., Sur l'embryogénie de quelques plantes parasites (Journal de botanique 17, 1903).
3. Billings F. H., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung (Flora 88, 1901, p. 253—318).
4. Buscalioni L., Contributione allo studio della membrana cellulare. Parte IV. Plantago lanceolata Linn. (Malpighia 8, 1894, p. 3—13).
5. Cook M. T., The embryology of Rhytidophyllum (Bull. of the Torrey Bot. Club, 34, 1907, p. 179—184).
6. Guignard L., La double fécondation chez les Solanées (Journ. de bot. 16, 1902, p. 145—167).
7. Guignard L., Recherches sur le développement de la graine et en particulier du tégument séminal (Journ. de bot. 7, 1893, p. 206 ff.).
8. Hegelmaier F., Zur Entwicklungsgeschichte endospermatischer Gewebekörper (Bot. Ztg. 44, 1886).
9. Hofmeister W., Die Entstehung des Embryos der Phanerogamen (Leipzig, 1849).
10. Hofmeister W., Embryologisches (Flora, 1855, p. 257 bis 266).
11. Hofmeister W., Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen (Abh. kön.-sächs. Ges. d.Wiss. 6, 1859, p. 624—630).
12. Hofmeister W., Neue Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen (Jahrb. f. wiss. Bot. 1, 1858, p. 38 ff.).
13. Hofmeister W., Zur Entwicklungsgeschichte des Embryos der Personaten (Flora 34, 1851, p. 449—457).
14. Jacobsson-Stiasny E., Die spezielle Embryologie der Gattung Sempervivum im Vergleich zu den Befunden bei anderen Rosales (Denkschr. kais. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse 89, 1913).

15. Jacobsson-Stiasny E., Versuch einer phylogenetischen Verwertung der Endosperm- und Haustorialbildung bei den Angiospermen (Sitzb. kais. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse 123, I, 1914).
16. Jönsson B., Om embryosäckens utveckling hos Angiospermerna (Act. Univ. Lund. 16, 1879/80).
17. Juel H. O., Studien über die Entwicklungsgeschichte von *Hippuris vulgaris* (Nova acta reg. soc. scient. Upsaliensis 4, 2, Nr. 11, 1911).
18. Lang F. H., Untersuchungen über Morphologie, Anatomie und Samenentwicklung von *Polypompholyx* und *Byblis gigantea* (Flora 88, 1901, p. 149—206).
19. Lundquist G., Die Embryosackentwicklung von *Pedicularis sceptrum Carolinum* (Zeitschr. f. Bot. 7, 1915, p. 545 ff.).
20. Mattei G. E., Posizione naturale delle Plantaginee (Malphigia 23, 1909, p. 369—379).
21. Merl E. M., Beiträge zur Kenntnis der Utricularien und Genliseen (Flora N. F. 8 (108), 1915, p. 127—200).
22. Merz M., Untersuchungen über die Samenentwicklung der Utricularien (Flora 84, 1897, Ergänzungsb. p. 69—87).
23. Nawaschin S., Ein neues Beispiel der Chalazoganie (Bot. Centralbl. 16, 1895).
24. Oliver F. W., On the structure, development and affinities of Trapella Oliv., a new genus of Pedalineae (Ann. of Bot. 2, 1888, p. 75—115).
25. Rössler W., Pollenschläuche und Embryosack-Haustorien von *Plantago major* (Ber. deutsch. bot. Ges. 35, 1917, p. 460—463).
26. Rosanoff S., Morphologisch-embryologische Studien (Jb. f. wiss. Bot. 5, 1866/7, p. 72—82).
27. Samuelsson G., Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger *Bicornes*-Typen (Svensk bot. Tidskr. 7, 1913, p. 97—188).
28. Schmid E., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der *Scrophulariaceae* (Beih. z. bot. Centralbl. XX, I, 1906, p. 175—299).

29. Schnarf K., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Labiaten (Denkschr. kais. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Klasse 94, 1917).
30. Schnarf K., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung einiger europäischer *Hypericum*-Arten (Sitzb. kais. Akad. Wiss. Wien, 123, Abt. I, 1914).
31. Sharp W., The embryo sac of Physostegia (Bot. Gaz. 52, 1911, p. 218—225).
32. Soltwedel F., Freie Zellbildung im Embryosack der Angiospermen (Jenaïsche Zeitschr. f. Nat. 15, 1882, p. 341—380).
33. Strasburger E., Die Angiospermen und die Gymnospermen (Jena 1879).
34. Treub M., Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule. 2. Avicennia officinalis (Ann. Jard. Buit. 3, 1883, p. 79—87).
35. Van Tieghem Ph., L'Hypostase, sa structure et son rôle constants, sa position et sa forme variables (Bull. Mus. d'hist. nat. 7, 1904, p. 412—418).
36. Wettstein R. v., Handbuch der systematischen Bot., 2. Aufl. (Leipzig, Wien 1911).
37. Worsdell W. C., On the development of the ovule of Christisonia, a genus of the Orobanchaceae (Journ. Linn. Soc. Bot. 31, 1895/7, p. 576—584).
38. Wurdinger M., Bau und Entwicklung des Embryosackes von *Euphrasia Rostkoviana* (Denkschr. kais. Akad. Wiss. Wien, 85, 1910).

Über die Scheinachsen des *Poecilochroma albescens* Britt.

Von

Dr. Rudolf Wagner

Mit Unterstützung aus der Ponti-Widmung

(Mit 1 Tafel und 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Juli 1917)

Die im Titel genannte Pflanze ist ein niedriger, der Beschreibung nach stark verzweigter Strauch aus der Familie der Solanaceen, der in Bolivien von Miguel Bang sowie von Henry H. Rusby gesammelt und von letzterem 1896 beschrieben wurde.[1] Da die Gattung, deren systematische Stellung innerhalb dieser mannigfache Schwierigkeiten bietenden Familie von verschiedenen Autoren verschieden beurteilt wird,[2] wenig bekannt ist und die Handbücher teils veraltete, teils gar keine Angaben enthalten, so mag eine historische Einleitung unserem eigentlichen Thema vorangeschickt werden.

Die am längsten bekannte hierhergehörige Pflanze ist die 1799 von Ruiz und Pavon in ihrer Flora peruviana beschriebene und abgebildete[3] *Saracha punctata* R. & P., ein ästiger Halbstrauch von 2 bis 3 Fuß Höhe, dessen große,

[1] Henry H. Rusby, On the Collections of Mr. Miguel Bang in Bolivia. Part III. Corrections, additions and notes referring to parts I and II. Memoirs of the Torrey Botanical Club, Vol. VI, No. 1, p. 91.

[2] Vgl. Bentham und Hooker fil., Gen. Plant., Vol. II, p. 884—885 (1876); Henry Baillon, Hist. plant., Tome IX, p. 335 (1888); R. v. Wettstein in Engler & Prantl, Nat. Pflfam., IV, 36, p. 14 (1891).

[3] Hippolytus Ruiz et Josephus Pavon, Flora peruviana et chilensis... Tomus II, p. 42, tab. 178.

gegen 5 *cm* im Durchmesser haltende, breit glockenförmige Blüten »ex apicibus ramulorum vel gemmarum« sich in armblütigen Büscheln entwickeln und auffällig gefärbt sind: »Corolla maxima luteo purpurascens, punctis purpureis maculata, extus pulverulenta.« Das auffällige Kolorit gab die nomenklatorische Grundlage für das 1848 auf diese Art der wenig homogenen, 1794 von den genannten Autoren aufgestellten[1] Gattung *Saracha* R. & P. gegründete Genus *Poecilochroma* Miers. In seinen »Contributions to the botany of South America«, die von 1845 bis 1851 in verschiedenen, heute wenig bekannten Zeitschriften erschienen,[2] hat John Miers, der nach Ausweis des Royal Society Catalogue bis zu seinem 1879 erfolgten Tode[3] 80 Publikationen systematischen Charakters fertiggestellt und wesentlich zur Kenntnis unserer Familie beigetragen hat,[4] im Jahre 1848 die Gattung beschrieben,[5] bezüglich deren Charaktere auf die systematische Literatur verwiesen werden muß. Das *Poecilochroma punctatum* (R. & P.)

---

[1] Ruiz et Pavon, Prodr. Fl. Peruv., p. 31.

[2] Hooker, Lond. Journ. Bot., IV (1845), pp. 319—371, 498—515; V (1846), pp. 144—190; VII (1848), pp. 17—26, 57—64, 333—369; Ann. et Mag. Nat. Hist., III (1849), pp. 141—146, 261—269, 443—451; IV, pp. 31—39, 136—142, 185—193, 248—256, 357—363; V, pp. 29—35, 204—210, 247—255; VII, 1851, pp. 196—207, 452—459; VIII (1851), pp. 103—107.

[3] Nekrolog in Gard. Chron., 1879, 25. Oct., p. 522.

[4] 1849: Observations upon several genere hitherto placed in Solanaceae, and upon others intermediate between that family and the Scrophulariaceae. Ann. et Mag. Nat. Hist., III, pp. 161—183; On the genus *Triguera*, Cavanilles. Hooker, Lond. Journ. Bot., I, pp. 65—67; On the genus *Atropa*, l. c., pp. 137—140; On the genus *Withania*, l. c., pp. 225—226.

1849—1857: Illustrations of South American Plants. 2 Voll.

1850: On *Hyoscyamus* and *Physochlaena*, Ann. et Mag. Nat. Hist., V, pp. 467—473; On *Scopolia*, *Anisodus* and *Mandragora*, l. c., VI, pp. 35—41; On the genus *Habrothamnus*, l. c., p. 180—182.

1853: Observations on the Solanaceae, l. c., XI, 1—14, 90—105; Observations on the genus *Schwenkia*, l. c., pp. 185—189; On the genera of the tribe Duboisieae, l. c., pp. 368—381, 435—442.

1854: On the genus *Lycium*, l. c., XIV, pp. 1—20, 131—141, 182—194, 336—346.

1855: On the genera *Pionandra*, *Cliocarpus* and *Poecilochroma*, l. c., XV, p. 196—206.

[5] Hooker, Lond. Journ. Bot., Vol. VII, p. 354.

erhielt übrigens damit seinen vierten Namen, denn 1819 hatten es Römer und Schultes als *Bellinia punctata* bezeichnet,[1] dann 1825 Kurt Sprengel als *Atropa punctata*.[2] Die an Bitterstoffen reiche Pflanze,[3] der übrigens auch besondere medizinische Qualitäten von den ärztlichen Verfassern wohl auf Grund der indianischen Volksmedizin zugeschrieben werden,[4] wächst in Peru »in alpibus Muña et Panao ad Tambo nuevo et Portachuello, et in Canta prope Obragillo vicum«, Örtlichkeiten, die mit Hilfe der verbreiteten Atlanten nicht gefunden werden.

Außer dieser Art werden von Miers noch beschrieben:

P. frondosum Miers aus Peru, Prov. Chachapoyas, von Mathews gesammelt;

P. guttatum Miers, vom nämlichen Sammler an nicht näher bezeichneter Stelle in Peru gefunden;

P. maculatum Miers, von dem so erfolgreichen Sammler Thomas Lobb in den peruanischen Anden entdeckt; eine »pulchra species«, wie Michel Félix Dunal, der Monograph der Familie, sich ausdrückt;[5]

P. Lobbianum Miers, ebenfalls in den peruanischen Anden wachsend, nach Dunal »habitu Lycioplesii«, womit wohl das etwa 1862 in die Gartenkultur eingeführte[6] *Lycioplesium pubiflorum* Griseb.,[7] identisch mit der toxikologisch so merkwürdigen *Latua venenosa* Phil.,[8] gemeint ist, die demnach als *L. pubiflora* (Griseb.) Phil. f.[9] zu bezeichnen ist;

---

[1] R. & S., Syst., IV.

[2] Sprengel, Syst., I, p. 698.

[3] »Sapor foliorum amarissimus« geben Ruiz und Pavon in der Flora Peruviana, l. c., an.

[4] »Folia contusa anodyna, depuratoria et emollienti virtuta pollent« (R. & P., l. c.).

[5] DC., Prodr., XIII, 1, p. 496 (10. V. 1852).

[6] Unter diesem Namen von W. J. Hooker abgebildet in Curtis' Botanical Magazine, Vol. LXXXIX; tab. 5373 (1. Apr. 1863).

[7] System. Bemerk. Pflanzensamml. Philippi's und Lechler's im südl. Chili, p. 40 (1854), in Göttinger Denkschr.

[8] Bot. Zeitg., 1858, p. 242. Hooker schreibt l. c. irrtümlich »venenata«.

[9] Cat. plant. Chilenes. Der Katalog ist nicht von R. A. Philippi herausgegeben.

P. Lindenianum Miers, dem vorigen sehr ähnlich, in Ecuador von J. Linden gesammelt, und schließlich

P. quitense (Hook.) Miers, von Jameson in Ecuador entdeckt und von Hooker 1848 als *Lycium quitense* beschrieben[1] und abgebildet; hinsichtlich der Verwandtschaft ist Hooker ganz anderer Ansicht als Miers.[2]

Das Jahr 1850 brachte eine Monographie der Gattung in den Illustrations[3] mit der Abbildung des *P. Lobbianum* Miers;[4] vor Abschluß dieses Werkes erschien die Dunal'sche Monographie, die zwei Arten brachte, das venezolanische *P. Boissieri* Dun. & A. DC.[5] und *P. Funckianum* Dun. & A. DC. ebendaher;[6] das erstere wird vom Index Kewensis zu *Lycioplesium* gezogen, letztere Gattung von einem anderen Mitarbeiter zu *Acnistus* Schott.

Es folgen dann 1896 *P. albescens* Britton, das uns noch weiter beschäftigen wird, 1905 *P. Sodiroi* Dammer,[7] dem *P. quitense* (Hook.) Miers nahestehend, als Nomen nudum *P. Lehmanni* Dammer, eine »arbuscula 2—3-orygatis«. Erst das Jahr 1906 liefert eine neue Art, *P. spinosum* Dammer, einen 2 *m* hohen, aufrechten, kletternden Strauch mit bis 6 *cm* langen Dornzweigen,[8] dann folgen 1907 drei Arten,[9] *P. brevifolium* Rusby, *P. macrophyllum* Rusby und *P. venosum* Rusby, sämtlich aus Bolivien, so daß damit die Anzahl der bis 1910, dem Schlusse des 4. Supplements des Index Kewensis, bekannten Arten auf 14 gestiegen ist.

---

[1] Hooker's Icones plantarum. Vol. VIII. tab. 723.

[2] »It is unquestionably a congener with the Lycium fuchsioides HBK., lately figured in the Botanical Magazine, t. 4149.«

[3] Vol. I, p. 152, 178.

[4] L. c., pl. 34.

[5] DC., Prodr., XIII, 1, 687.

[6] L. c.

[7] Udo Dammer in Aloysius Sodiro S. J., Plantae ecuadorenses, IV, Engler's Bot. Jahrb., Bd. 36, p. 387.

[8] Udo Dammer in Ignaz Urban, Plantae novae andinae imprimis Weberbauerianae, II. Engler's Bot. Jahrb., Bd. 37, p. 637—638.

[9] Henry H. Rusby, An Enumeration of the Plants Collected in Bolivia by Miguel Bang, Part 4. Bull. N. Y. Bot. Gard., IV, 423—424.

Da nun die Zeitschrift, in der unsere Art beschrieben wurde, in den meisten botanischen Instituten fehlt, so mögen die Angaben Britton's hier wörtlich wiedergegeben sein.

»*Poecilochroma albescens* Britton sp. n.

A low strongly branching shrub, the branches ascending, scurfy, above pubescent; petioles 2 or 3 mm long, whitish, blades extremly variable in size, in some specimens only ·5—1 cm in length, in others 2 or 3 cm long, ·75—1·5 cm broad, oval-ovate, slightly inequilateral, obtuse, revolute, thickish, rigid, above glabrous, pale, the veins impressed, undernenth very pale or whitish, papillose, the veins prominent; cymes lateral, levsely few- (mostly 3- or 4-) flowerel, slenderly peduncled, the pedicles filiform, 1 or 2 cm long; flowers white, their size proportionately greater in the larger-lenved form; 1·5—2·5 cm long; calyx 3 mm long and broad, cleft half-way to the base, the tube broadely campanulate, the lobes triangular-ovate, obtuse; corolla broadly campanulata, the lobes about 7 mm long and broad, triangular-ovate; filaments inserted into the base, 2 mm long, the anthers distinct, 4 mm long, lance-ovate, truncate; style filiform, considerably exceeding the stamens, the stigma inconspicuous.

Vic. Mapiri, 8,000 ft., Sept. 1892 (1575), the form with smaller leaves and flowers. The larges form is Rusby's 2564, from which the above measurements of the dissection are taken.«

Das mir in der Botanischen Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums zur Verfügung stehende Material ist von Bang in der Umgebung von Mapiri[1] gesammelt, gehört also der kleineren Form an; es besteht aus einem kleineren Zweige von *cm* Länge, der unter I besprochen werden soll, und einem größeren Exemplar, dessen Hauptachse noch eine fast spannenlange Pfahlwurzel trägt; ein Seitenast ist entwickelt und unter II zur Darstellung gebracht, eine Achse dritter Ordnung fehlt, ist aber gewiß nicht mit dem unter I beschriebenen Zweig identisch.

[1] Liegt 180 *km* genau östlich vom Nordrande des Titicaca-Sees, am Ufer des gleichnamigen Flusses, eines linken Zulaufes des in das Gebiet des Rio Madeira gehörenden Rio Beni.

I.

Der Zweig stellte eine Scheinachse dar, die man sich aus Tafel 1 ungefähr rekonstruieren kann. Die konsekutiven Sproß-generationen beginnen stets mit laubigen Vorblättern, die nicht opponiert sind und sich der Größe nach von den folgenden gewöhnlich nicht unterscheiden. Zu bemerken ist übrigens, daß ich von der von Rusby registrierten Blattasymmetrie,

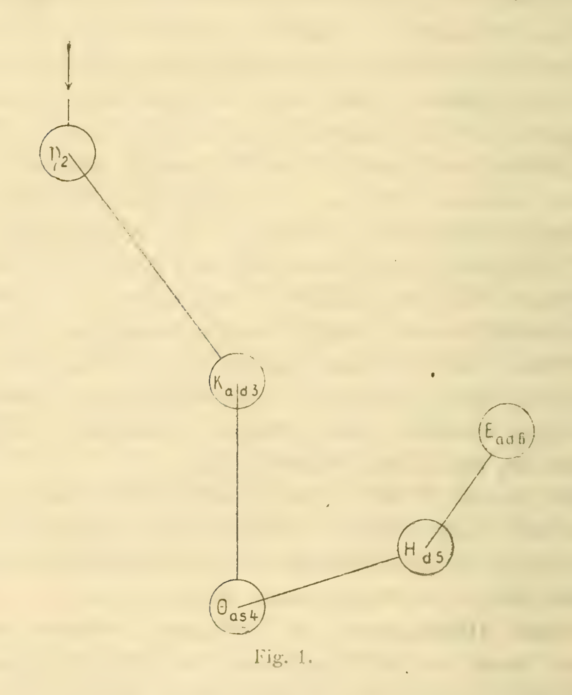


Fig. 1.

einer in der Familie ja recht verbreiteten Erscheinung,[1] nichts bemerkte; augenscheinlich tritt sie nur bei größeren Blättern, also bei der von Rusby gesammelten Form, hervor.

Des weiteren fällt der Mangel an Niederblättern auf; ohne irgendwelchen Übergang folgt auf das oberste Laubblatt einer Sproßgeneration die lockere cymöse Infloreszenz, in den ein-fachsten Fällen ein einfaches Wickelsympodium, dessen Vorblätter schon in den niedrigsten Sproßgenerationen gänzlich

[1] Sehr schön bei *Bassovia Donnel-Smithii* Coult. aus Jalisco (Mexico).

unterdrückt sind, ein in der Familie sehr verbreiteter Fall, der indessen hinsichtlich der so oft vorkommenden, allein durchaus nicht allgemeinen *Rekauleszenz* mit ihrem *progressiven* Charakter keineswegs a priori im Sinne ursprünglicher Verhältnisse, eines alten Charakters, als erledigt be-

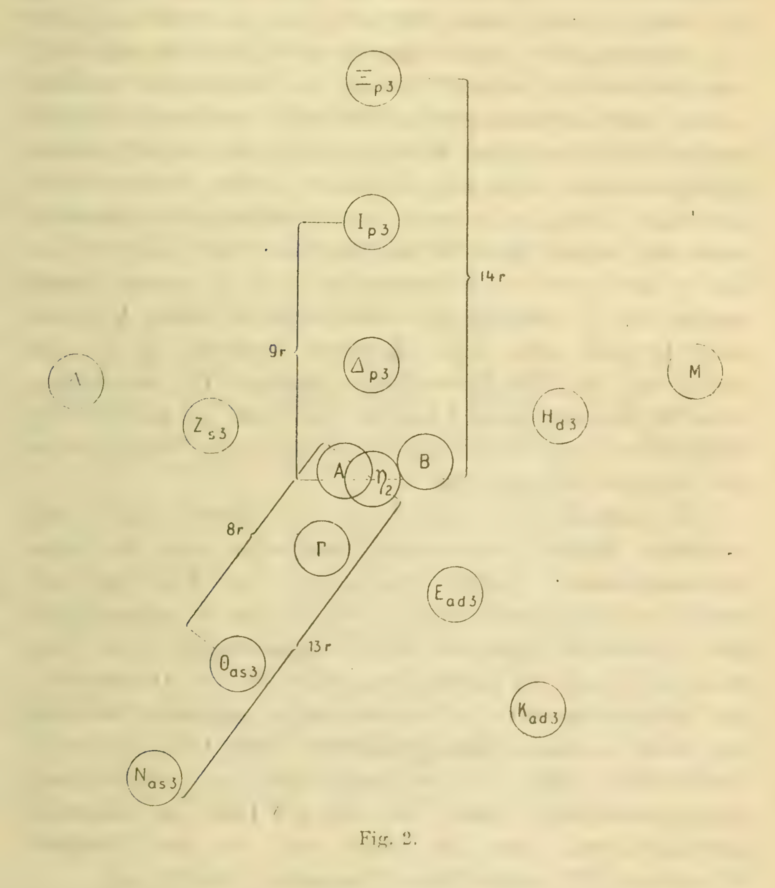


Fig. 2.

trachtet werden darf. Doch wurde die Erörterung dieses, wenn ich nicht irre, in der Literatur noch nicht berührten Momentes an dieser Stelle um so mehr zu weit führen, als ein erhebliches, anderen Familien entstammendes Material als Vergleichsbasis zu Rate gezogen werden müßte, was zu sehr außerhalb des Rahmens unseres Themas, der schlichten Be-

schreibung einiger in dieser Form bisher unbekannten Sympodien, liegen würde.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, nimmt das Sympodium des kleineren Zweiges den Verlauf $\mathfrak{Y}_2 \mathrm{K}_{ad3} \Theta_{as4} \mathrm{H}_{d5} \mathrm{E}_{ad6}$. Die Vorblätter weisen bis auf das letzte alle die nämliche Orientierung auf, indem α nach links fällt, wie aus dem Hilfsdiagramm Fig. 2 hervorgeht — mit Ausnahme der höchsten Sproßgeneration, hier also der sechsten, für die das ausdrücklich bemerkt werden muß; die Stellung des α-Vorblattes kann weitaus in den meisten Fällen aus dem Richtungsindex der nächst höheren Sproßgeneration eindeutig abgelesen werden, doch erfordert das einige Übung und versagt selbstverständlich vollkommen, wenn der höhere Sproß in die Mediane fällt, also, wie wir das in dem unten zu besprechenden Falle II kennen lernen werden, bei $\frac{2}{5}$-Stellung und Opisthodromie einen Λ_p-Sproß, einen I_p-Sproß oder einen Ξ_p-Sproß darstellt; für die bei unserer Art nicht zur Beobachtung gelangten T_p-, beziehungsweise Ω_p-Sprosse, deren Existenz sehr wohl im Bereiche der Möglichkeit liegt, beziehungsweise für deren Muttersprosse gilt natürlich das nämliche.

Es empfiehlt sich wohl daher, bei höheren, aus γ und folgenden Blättern entwickelten Sympodien dem die Achse repräsentierenden großen Buchstaben den Richtungsindex seines Vorblattes voranzustellen, wie ich das in meiner Studie über *Crotalaria griquensis* Bolus vorgeschlagen habe.[1] Dort findet sich auch die Begründung dieser Art von Diagrammen, die übrigens nur eine an Spiralstellungen angepaßte Modifikation eines in diesen Sitzungsberichten schon 1914 erläuterten Verfahrens[2] bildet, das die Darstellung weit zahlreicherer Sproßgenerationen erlaubt, als das mit Hilfe der allgemein gebräuchlichen, wenn ich nicht irre, von Karl Friedrich Schimper 1829 eingeführten Diagramm[3] möglich ist.

---

[1] Rud. Wagner, Über die Sproßverkettung der *Crotalaria griquensis* Bolus. Diese Sitzungsber., 126. Bd., 1917. Im Druck.

[2] Rud. Wagner, Zur diagrammatischen Darstellung dekussierter Sympodialsysteme. Diese Sitzungsber., Bd. 123.

[3] Beschreibung des *Symphytum Zeyheri*... (Aus Geiger's Magazin, Bd. 28).

Bei komplizierteren Achsensystemen wird man gut tun, die Bezeichnungen in die Diagramme einzutragen, ferner einen Maßstab vorauszuschicken; hier z. B. wurden die Kreisabstände so gewählt, daß sie ein Vielfaches des Radius bilden. Λ mit $4r$, E mit $5r$ usw. bis Ξ mit $14r$. In anderen Fällen, namentlich da, wo nur die ersten Buchstaben des Alphabets in Betracht kommen, wird es wohl besser sein, den Kreisdurchmesser als Maß zu verwenden; doch ist darüber von vornherein kaum zu entscheiden, denn einmal fehlt es noch an einer breiten Unterlage, die ja nur durch die Erfahrung geboten werden kann, und dann tritt hier das subjektive Moment in seine Rechte.

Demnach kommen wir hinsichtlich des Zweiges I zu der Formel

$$\mathfrak{X}_1\, s\mathfrak{Y}_2\, s\mathrm{K}_{ad3}\, s\Theta_{as4}\, s\mathrm{H}_{d5}\, d\mathrm{E}_{ad6}.$$

Es fragt sich nun, in welche Kategorie von Sproßverkettungen dieses System gehört. Würde der $\mathfrak{Y}_2$-Sproß fehlen, dann hätten wir aus der Terminologie der Blütenstände übernommen, ein Schraubelsympodium; wäre E_6 nicht nachweisbar, läge ein Wickelsympodium vor. Es ist also eine Kombination von beiden, ein gemischtes Sympodium, allerdings nicht in dem engen Sinne, in dem ich den Ausdruck 1901 für Partialinfloreszenzen gebraucht habe,[1] die teils winkeligen, teils schraubeligen Charakter aufweisen und mir, wie schon damals, so auch heute nur von *Phlox paniculata* L. bekannt sind, von teratologischen Vorkommnissen in anderen Familien abgesehen. Die Besprechung des vollständigeren Exemplars wird Gelegenheit bieten, sich mit solchen Sproßverkettungen des näheren zu befassen.

II.

Die Hauptachse eines Exemplars, die unten in eine mehr als spannenlange, abgebrochene Pfahlwurzel übergeht, ist einige Zentimeter oberhalb des Wurzelhalses abgebrochen, augenscheinlich schon in lebendem Zustande, und hat aus der

---

[1] Rud. Wagner, Über Bau und Aufblühfolge der Rispe von *Phlox paniculata* L. Diese Sitzungsber., Bd. 110, 1901.

Achsel eines nicht mehr näher bestimmbaren Laubblattes eine Seitenachse mit α_s entwickelt, die mit $\frac{2}{5}\, s$ [1] eine Anzahl Laubblätter trägt, die lange der Achselprodukte entbehren, bis das 30. ein Achselsproß zweiter Ordnung, also eine Achse dritter Ordnung stützt.

Hier tritt nun hinsichtlich der Bezeichnung eine Schwierigkeit ein: in den bisher analysierten Fällen — vgl. *Crotalaria griquensis* Bolus — hatten wir es immer nur mit wenigen Blättern zu tun, die als Träger von Ersatzsprossen in Frage kamen, so daß wir mit dem Alphabet ohne weiteres das Auskommen fanden. Die Lösung ist recht einfach: in der Stellung eines Exponenten wird die römische Ziffer der Wiederholung gesetzt, so daß also das 25. Blatt α_2^{I}, sein Achselprodukt A_3^{I} heißt, wenn man vom Richtungsindex absieht, der eine von α_1 und dem Divergenzwinkel abhängige Funktion darstellt.

Das in Fig. 3 dargestellte Diagramm entspricht der Formel

$$\mathfrak{X}_2\, s Z^{I}_{ad3}\, s N_{as4}\, s Z_{s5}\, d E_{ad6}\, s I_{p7}\, d \Delta_{p8}\, d Z_{d9}\, d I_{p10}\, s Z_{d11}\, d I_{p12} \,.$$
$$.\, d E_{s13}\, d E_{s14}\, d \Xi_{p15}\, s Z_{s16}\, s E_{ad17}\, d I_{p18}\, d E_{sa19}\, d Z_{d20} \,.$$

In solchen Fällen nun, wie dem vorliegenden, wo ζ_I als Innovationsstützblatt auftritt, wird es leicht vorkommen, daß die Diagramme auch in dieser Form zu sehr Platz beanspruchen und die typographischen Möglichkeiten überschreiten. Durch Verdopplung der Sympodiallinie wird hier Abhilfe geschaffen werden können; bei ν^{III} durch Verdreifachung usw.; doch sind das wohl Curae posteriores.

Überblickt man die Abbildung Fig. 3, die das auf der Tafel abgebildete System darstellt, so fallen zunächst öfter auftretende Fächelsympodien in die Augen: Δ_p und Ξ_p begegnen uns, wiederholt sogar I_p. Es liegt in der Natur unserer Verzweigungsdiagramme, daß ein in einer Ebene entwickeltes Sympodium durch drei Kreise gegeben ist; beobachtet sind ausschließlich Fächelsympodien, über deren Stellung uns die nachstehende Tabelle orientiert. Sichelsympodien gelangten gar nicht zur Beobachtung, was aller-

---

[1] Rud. Wagner, Die Mediansympodien der *Lecanorchis malaccensis* Ridl. Diese Sitzungsber., 1916, Bd. 125, p. 317—426 mit 1 Taf.

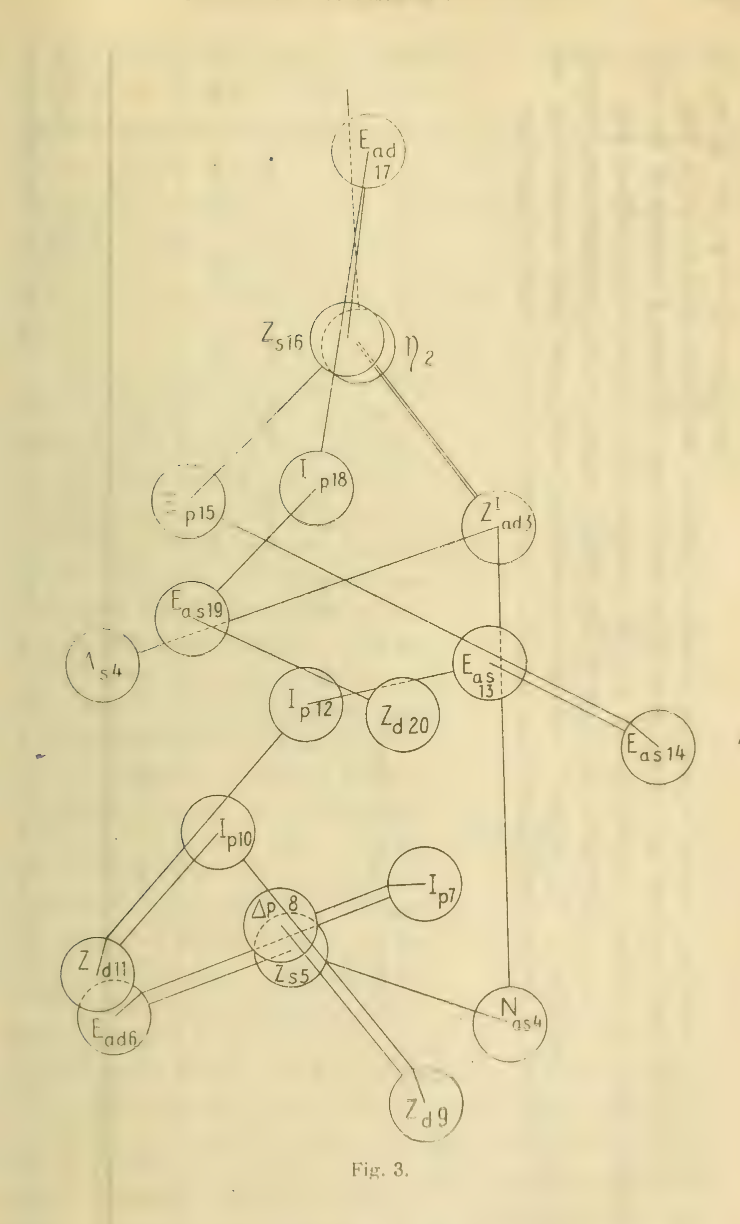


Fig. 3.

dings seinen sehr guten Grund hat: der Richtungsindex *a* ist in diesen Systemen ausgeschlossen. Das physiologisch

nächststehende Gebilde $\mathbf{E}_{ds}$ und $\mathbf{E}_{di}$ tritt daher oft auf, wie aus einer weiteren Tabelle p. 963 ersichtlich ist.

5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
$s\mathbf{Z}_{s5}$	$d\mathbf{E}_{ad6}$	$s\mathbf{I}_{p7}$	$d\Delta_{p8}$										
			$d\Delta_{p8}$	$d\mathbf{Z}_{d9}$	$d\mathbf{I}_{p10}$								
					$d\mathbf{I}_{p10}$	$s\mathbf{Z}_{d11}$	$d\mathbf{I}_{p12}$						
								$d\mathbf{E}_{s13}$	$d\mathbf{E}_{s14}$	$d\Xi_{p15}$			
											$s\mathbf{Z}_{s16}$	$s\mathbf{E}_{ad17}$	$d\mathbf{I}_{p18}$

Das schönste dieser Fächelsympodien — soweit mir gegenwärtig, eine in der Literatur hinsichtlich der Ersatzsprosse noch nicht gebuchte Verzweigungsform — ist in Fig. 4 dargestellt. Die Knoten sind ähnlich hervorgehoben wie in meiner Studie über *Lecanorchis malaccensis* Ridl.

Die übrigen Fächelsympodien bestehen nur aus drei Elementen. Übrigens ist diese Verzweigungsform der gewaltigen Familie der Rubiaceen auch nicht fremd, tritt aber nur ganz isoliert auf.

Ein Schraubelsympodium erfordert in unserer Darstellungsweise vier Kreise; nur einmal tritt es in Fall II auf: $s\mathbf{Z}_{d11}\,d\mathbf{I}_{p12}\,d\mathbf{E}_{s13}\,d\mathbf{E}_{s14}$.

Ebenfalls vier Kreise erfordern die Wickelsympodien, deren zwei aneinander anschließen:

14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
$d\mathrm{E}_{s\,14}$	$d\Xi_{p\,15}$	$s\mathrm{Z}_{s\,16}$	$s\mathrm{E}_{da\,17}$			
			$s\mathrm{E}_{da\,17}$	$d\mathrm{I}_{p\,18}$	$d\mathrm{E}_{sa\,19}$	$d\mathrm{Z}_{d\,20}$

Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick über die Qualität der beobachteten Sprosse. Auf die wegen der sonstigen biologisch leicht verständlichen Seltenheit der Δ_p-, I_p-, schließlich auch Ξ_p-Sprosse habe ich schon hingewiesen; mit voller Sicherheit muß die Existenz von Λ- und M-Sprossen angenommen werden, ebenso aller bis mindestens Z^{I} und mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit auch darüber hinaus. Über das Verhalten in höheren Sproßgenerationen sich auszusprechen, erscheint mir sehr verfrüht; wären zahlreiche andere sympodial wachsende Holzgewächse analysiert, und zwar vor allem auch unter Berücksichtigung ihrer natürlichen Altersgrenze, die für Holzgewächse doch auch existiert, dann hätten solche Ausführungen einen die Druckerschwärze lohnenden Wert. Davon sind wir aber noch weit weg; eine große Anzahl von Arten, tausende, vielleicht eher zehntausende sind zu studieren und so möchte ich in unsere heutige Berechtigung, über das fernere Verhalten des *Poecilochroma albescens* Britt. zu urteilen, starke Zweifel setzen. Die folgende Tabelle kann diese Skepsis nur unterstützen.

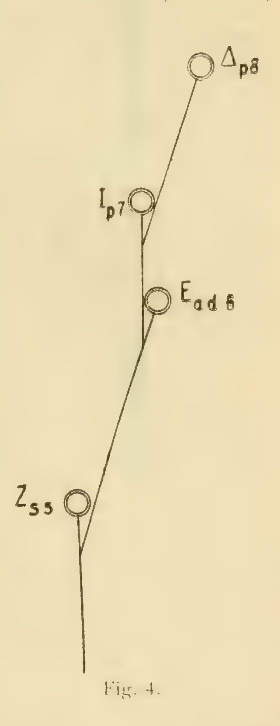
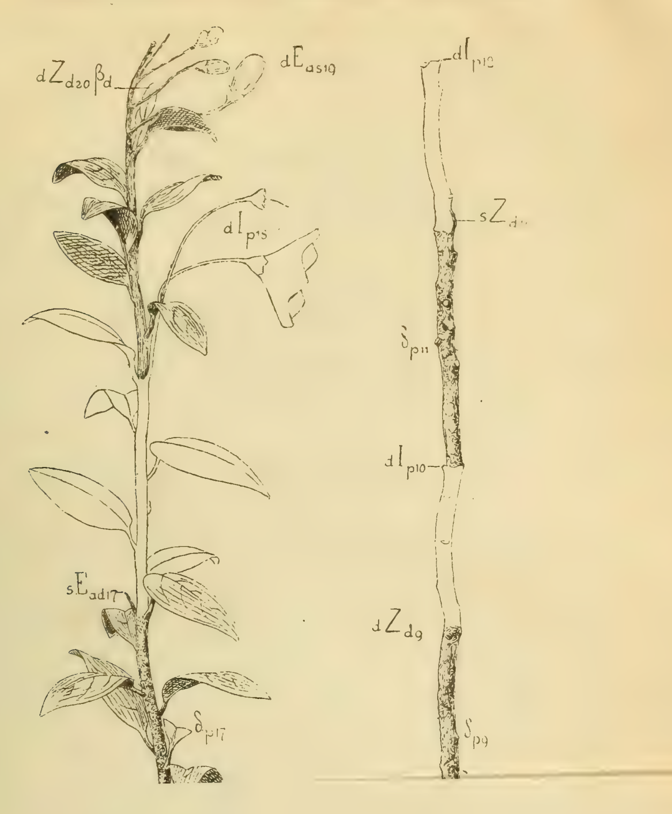


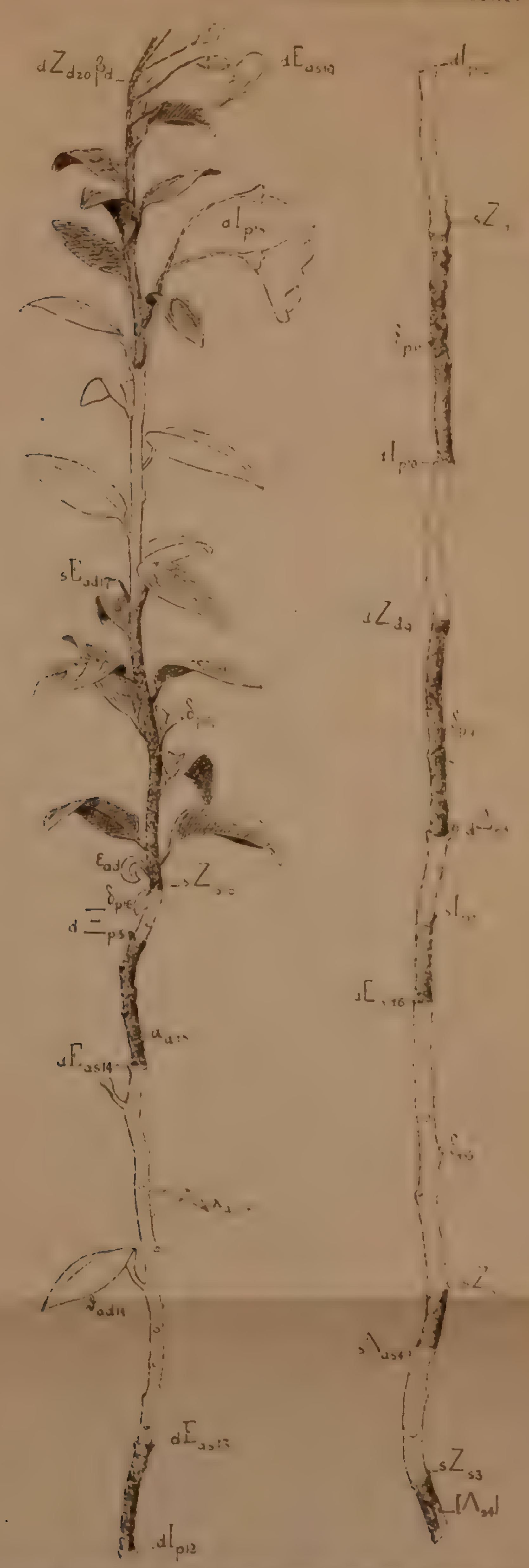
Fig. 4.

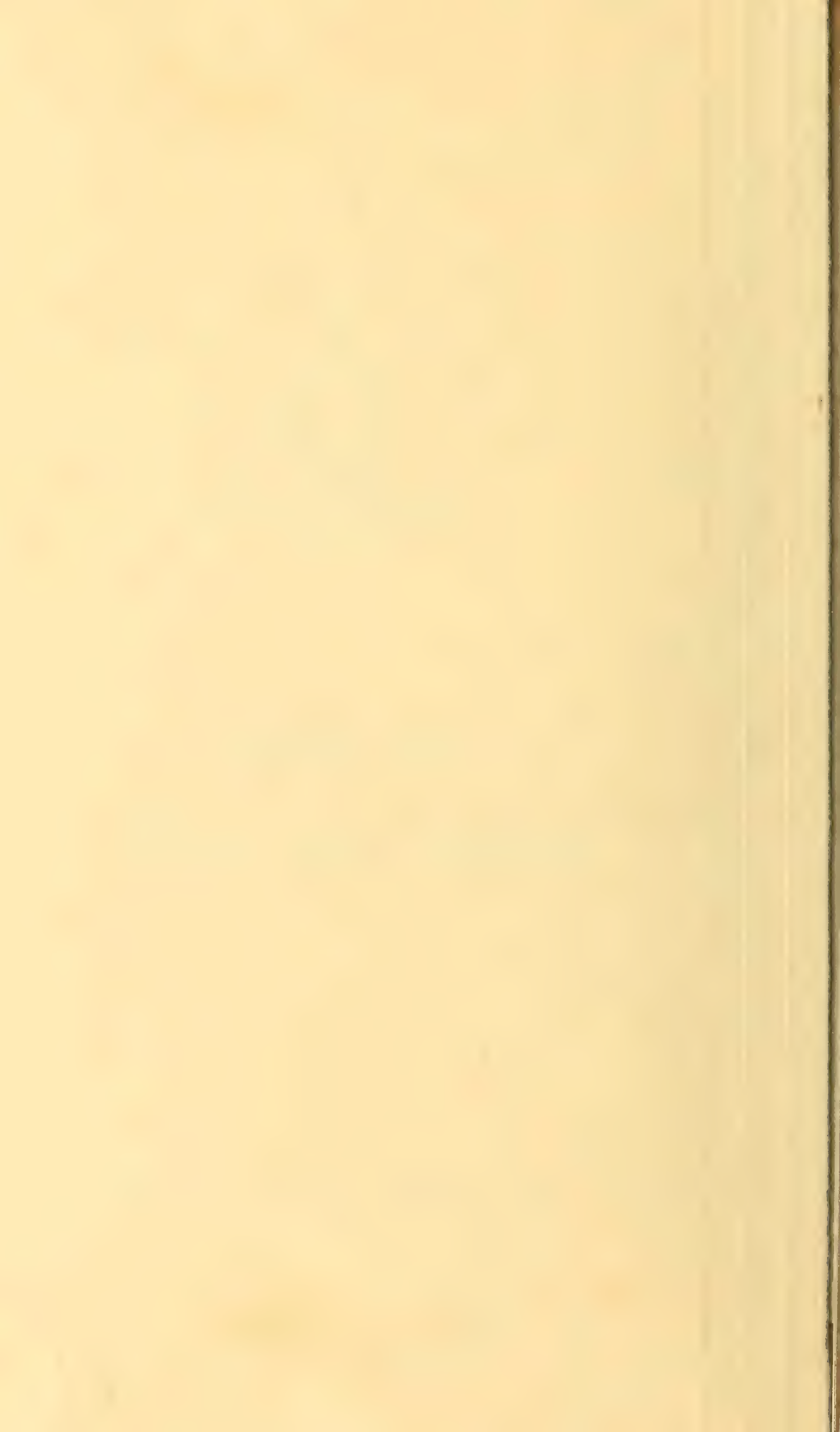
	I.				II.																		Summe
	3.	4.	5.	6.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	
Α																							—
Β																							—
Γ																							—
Δ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8													1
Ε	.	.	.	6	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	13	14	.	.	17	.	19		6
Ζ	.	.	.	.	3		5	.	.	.	9	.	11	.	.	.	.	16	.	.	.	20	6
Η	.	.	5																				1
Θ	.	4																					1
Ι	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	10	.	12	.	.	.	.	.	18			4
Κ	3		.																				1
Λ																							—
Μ																							
Ν	.	.	.	.	.	4																	1
Ξ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15						1

R. Wagner: Scheinachsen des *Poecilochroma albescens.*









Die $\mathfrak{B}_a$-Sichelzweige der *Crossandra undulaefolia* Sal.

Von

Dr. Rudolf Wagner

Mit Subvention aus der Ponti-Widmung

(Mit 7 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. Oktober 1917)

In Schönbrunn gelangt seit wohl über hundert Jahren im Sommer eine Akanthacee in Blüte, die mit ihrer ungewöhnlichen Blütenfarbe, den grell orangeroten dichten Ähren einlippiger Blüten, die Aufmerksamkeit auch des Laien erregt. Es ist ein kleiner, wenig über meterhoher Strauch mit rutenförmigen Ästen von der Dicke eines Gänsefederkiels, für den heute noch die Worte gelten, die bald nach der Einführung in Englands Gärten einer der besten Kenner der schon damals sehr reichen Gartenflora schrieb, nämlich John Andrews in seinem in 10 Bänden von 1798 bis 1811 erschienenen »Botanical Repository«, einer Sammlung von über 600 Gartenpflanzen in handkolorierten Kupferstichen:[1] »Few of the small plants that adorne the stove are superior in beauty to this elegant little shrub, whose successive bloom continues from June till January. It is the *Justicia infundibuliformis* of Linnaeus, but must, according to his own system, be removed to the class Tetrandria. We have seen it in many collections in great luxuriance. It is a native of the East Indies, and was introduced by the Right Hon. C. Greville, four or five years ago. As yet, we believe, it

[1] Vol. VIII, tab. 542, ohne Jahreszahl, wohl etwa 1809.

has not perfected its seed with us, but propagates freely by cuttings.« Andrews hat dabei augenscheinlich übersehen, daß schon einige Jahre früher Richard Anthony Salisbury in seinem Paradisus londinensis, einem in nur sehr wenigen Bibliotheken befindlichen Prachtwerke, die Pflanze beschrieben und abgebildet hat[1] und darin den Vertreter einer neuen Gattung erkannte, der er den Namen *Crossandra* gab. Salisbury hatte sie von Charles Greville erhalten und bemerkt dazu: »I find from Dr. Roxburgh's Manuscripts, that it is common in the Pagoda Gardens of Bengal, where it grows to a pretty large size, flowering all the year round.« Das war wohl schon geraume Zeit der Fall und schon 1689 begegnen wir der ersten Abbildung der auffallenden Pflanze bei Heinrich Adrian van Rheede tot Draakestein, der in seinem Hortus Malabaricus den Strauch unter dem Namen *Mania Kurini* abbildet und beschreibt.[2] Bald darauf, 1704, beschreibt sie John Ray als »Herba fruticosa indica, foliis ad geniculum quaternis, spicis squamosis, flore monopetalo, labio tripartito, capsulis oblongis«.[3] Der Ausdruck »herba« ist nicht eben glücklich gewählt, man könnte schließlich von einem »suffrutex« sprechen; die in noch krautigem Zustande blühenden Stengel verholzen und das Holz ist sogar ungewöhnlich hart. Die Folia quaterna, von denen Ray spricht, werden uns noch weiterhin beschäftigen. Die »Species plantarum« Linné's vom Jahre 1753 kennen die Art noch nicht, die erst 1759 als *Justicia infundibuliformis, foliis lanceolatis ciliatis* auftaucht.[4] Übergehen wir die übrige Literatur des 18. Jahrhunderts und wenden wir uns zu Martin Vahl; bei ihm finden wir 1804 die Angabe: »Justicia infundibuliformis spicis axillaribus terminalibusque, bracteis imbricatis lanceolatis villosis, foliis lanceolato-ovatis quaternis.«[5] Also die Blütenstände sollen end- und seitenständig sein, die Blätter in vierzähligen Quirlen angeordnet. Das folgende Jahr bringt die erwähnte, übrigens

---

[1] Vol. I, tab. 12.

[2] L. c., vol. IX, p. 121, tab. 62.

[3] Historia plantarum, Vol. III, p. 402.

[4] Syst. nat., Vol. II, p. 850.

[5] Enumeratio plantarum, Vol. I, p. 164.

hinsichtlich der Blattstellung nicht sehr charakteristische Abbildung Salisbury's und dann greift 1811 die österreichische Literatur ein: Joseph Franz Freiherr v. Jacquin beschreibt sie im ersten Bande seiner Ecloge plantarum.[1] Er bildet sie in der etwas rohen Weise ab, die den ersten Band charakterisiert. Der jüngere Jacquin stellt die Identität mit der von Rheede, Ray und späteren Autoren (Linné, Burmann, Vahl, Willdenow und Persoon) beschriebenen Pflanze fest, in der er keine *Justicia*, sondern den Vertreter einer neuen Gattung erkannt, die er *Harrachia* nennt.

Jacquin fil. teilt uns auch darüber einiges mit, wie die Pflanze in die Wiener Gegend gekommen:[2] »Diese ostindische Prachtpflanze kam (1806) zuerst aus England in den Garten des Grafen v. Harrach nach Bruck und aus dessen Güte (1810) in unseren Universitäts-Garten, wo sie im warmen Gewächshause gehalten wird, im Julius blüht und reife Samen hervorbringt. Die Blätter haben, wie schon Rhede bemerkt, einen etwas scharfen, kresseähnlichen Geschmack.«

Nun wären die Folia quaterna der Nomenklatur vierzählige Quirle; bei flüchtiger Betrachtung sieht man, daß sie superponiert scheinen, ein gewiß sehr merkwürdiges Verhalten, wennschon bei zwei- und dreigliedrigen Quirlen beobachtet.[3]

Die unrichtige Angabe älterer Autoren wird durch Jacquin fil. ins richtige Licht gestellt:[4] »Der erste Schriftsteller, der dieses schönen Strauches erwähnt, ist Rhede. Seine Beschreibung und Abbildung . . . stimmen mit unserer Pflanze ganz überein, die einzige Abweichung ausgenommen, daß durchaus alle Blätter als vierfach (quaterna) abgebildet und beschrieben sind. Dieser Umstand, in welchem ihm alle

[1] L. c., p. 33, tab. 21.

[2] L. c., p. 35—36.

[3] Die superponierten dreizähligen Quirle fehlen, soweit mir bekannt, der rezenten Flora; im Paläozoikum finden wir sie bei den Sphenophyllaceengattungen *Sphenophyllum* und *Trizygia*; superponierte zweizählige Quirle scheinen nirgends beschrieben, kommen aber bei Metachlamydeen und Monokotylen vor, was zugunsten der Anschauung spricht, daß wir in ihnen abgeleitete Formen zu erblicken haben (Einschaltung einer Periodizität in die $^1/_2$-Stellung).

[4] L. c., p. 34 (1811).

späteren Schriftsteller gefolgt sind, wird freylich zum Theil erklärbar, wenn man in der lebenden Pflanze bemerkt, wie nahe die kreuzförmigen Pare der Blätter oft aneinander stehen, so daß man bey trockenen Pflanzen leicht meynen könnte, es entsprängen viere auf einer Höhe.«

Hinsichtlich der späteren Literatur darf ich mich wohl sehr kurz fassen; eine kolorierte Abbildung findet sich 1815 in Edwards' Botanical Register,[1] wo angegeben wird, daß der Strauch in England keine Früchte reift und die Höhe von 2 Fuß nicht überschreitet. Dann notiert C. L. Blume 1826 die *Harrachia speciosa,* der er wenig korrekterweise den Autor »Jacq.« andichtet: »in hortis frequens«, nämlich auf Java; weiterhin heißt es »foliis ternis quaternisve«, eine Angabe,[2] zu der ich derzeit keine Stellung nehmen kann; die nämliche Angabe über die Blattstellung macht 1832 N. Wallich.[3] In den »Genera plantarum« von Stephan Endlicher (1836—1840) wird von der zu den *Justicieae-Aphelandreae* gerechneten Gattung angegeben: »Herbae indicae; foliis ternatim v. quaternatim verticillatis . . . spica terminali tetragona.« Johann Christian Nees v. Esenbeck faßt 1847 mehrere Formen unter dem Namen *Crossandra infundibuliformis* (L.) Nees zusammen;[4] ihm folgt auch Gustav Lindau, nach dem Tode Thomas Anderson's der beste Kenner der Familie. Da aber Nees unter diesem Namen verschiedene Pflanzen zusammenfaßt, Linné's Namen auf einer Verkennung der Blütenform beruht, worauf schon Jacquin fil. hingewiesen, so ziehe ich den von Salisbury gegebenen Namen vor. Zum Schlusse dieser Einleitung mag noch darauf hingewiesen werden, daß nach Lindau ein so hervorragender Pflanzenkenner wie Grisebach in Göttingen die Gattung nicht gekannt hat. 1858 beschrieb er einen *Strobilacanthus lepidospermus* n. g. n. sp. aus Zentralamerika[5] — unsere Art, augenscheinlich aus Gärten.[6]

[1] Vol. I, tab. 69.

[2] Bijdragen tot de Flora van Nederlandsch Indië, 14de Stuk, p. 793.

[3] Plantae Asiaticae rariores, Vol. III, p. 98.

[4] DC., Prodr., Vol. XI, p. 280.

[5] Bonplandia, Vol. VI, p. 10.

[6] Nach Lindau in Engler und Prantl, Nat. Pflfam., Nachtr. III.

Das mir zur Verfügung stehende Material stammt aus einem Warmhause des Schönbrunner Gartens,[1] wo die Pflanze, alljährlich zurückgeschnitten, über meterhoch wird; die Vermehrung erfolgt ausschließlich durch Stecklinge, da das weniger Zeit beansprucht als die Aufzucht aus den alljährlich reifenden Samen.

In Fig. 1 ist die Spitze eines beblätterten Sprosses dargestellt: die konsekutiven Sproßgenerationen sind abwechselnd dunkel und hell gehalten. Der Sproß, ein Seitensproß unbestimmter Generation, endigt mit der zur Seite geworfenen Infloreszenz $\mathfrak{B}_{a2}$; die Vorblätter sind $\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{a}_s$ und $\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{a}_d$; aus $\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{b}_a$ entwickelt sich der Fortsetzungssproß; das wiederholt sich öfter, wie das Diagramm Fig. 2 zeigt. Die Entwicklung des Fortsetzungssprosses aus $\mathfrak{b}_a$ stellt den einfachsten Fall des Sichelwuchses dar; der Zweig ist ein Sympodium, eben ein Sichelsympodium von der Formel $\mathfrak{X}_2\mathfrak{B}_{a3-n}$, wie es in Diagramm Fig. 3 für fünf Sproßgenerationen dargestellt ist und sehr an das Diagramm von *Pelagodendron vitiense* Seem., einer Rubiacee, erinnert.[2]

Würde nun der Strauch sich stets so verzweigen, dann würde das ganze Verzweigungssystem in einer Ebene sich entwickeln, der Habitus geradezu bizarr werden, worauf ich schon bei der Besprechung der Sichelsympodien von *Pelagodendron vitiense* Seem. aufmerksam gemacht.[3] Dort war mir die höchst wahrscheinliche Loslösung aus der Mediane zu beobachten versagt, hier tritt sie von Zeit zu Zeit in der Weise ein, daß anstatt zweier drei Blattpaare gebildet werden, so daß der Richtungsindex *a* einem anderen, *s* oder *d*, Platz

---

[1] Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Regierungsrat Anton Umlauft für das Material, Herrn Hofrat Dr. Josef Donabaum für die Benutzung der k. k. Hofbibliothek und Herrn Kustos Dr. Alexander Zahlbruckner für das gewohnte Entgegenkommen im k. k. Naturhistorischen Hofmuseum meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

[2] Rud. Wagner, Morphologische Bemerkungen über *Pelagodendron vitiense* Seem. Wien, Ann. k. k. Naturhist. Hofmuseum, Bd. 28, p. 40—47. Das Diagramm p. 43 gilt auch für einen Ausschnitt aus unseren Mediansympodien; bei *Pel. vitiense* Seem. gelangten nur fünf Sproßgenerationen zur Beobachtung.

[3] L. c., p. 45.

macht. Da sämtliche Laubblätter Knospen stützen, gelangen häufig 𝔄-Sprosse zur Entwicklung.

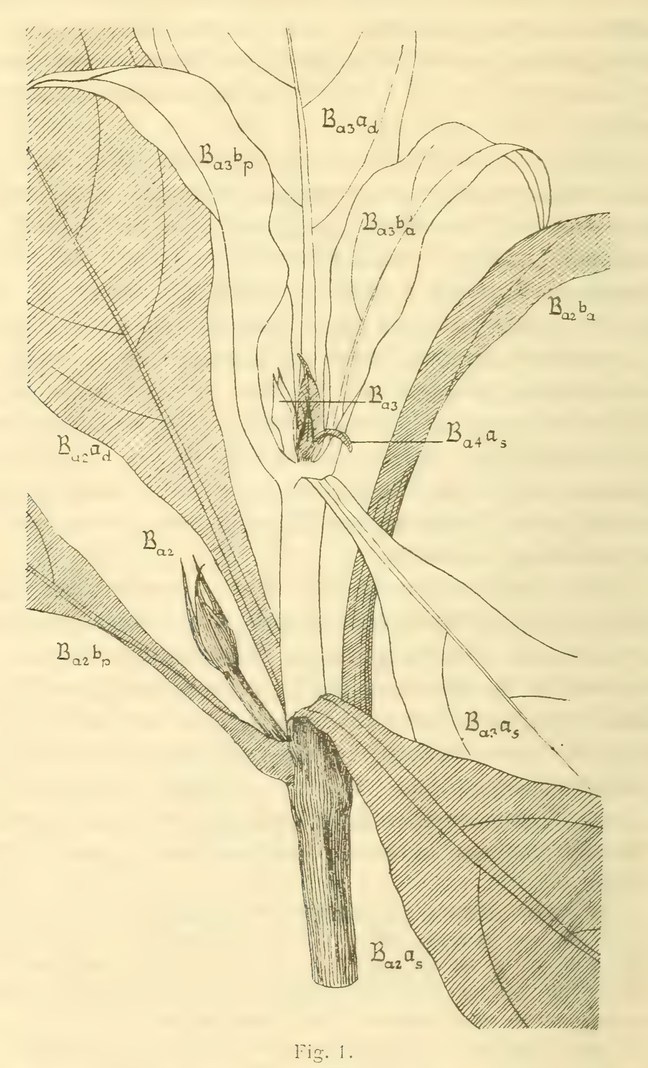


Fig. 1.

Crossandra undulaefolia Sal. Zweigspitze. Näheres im Text.

Wie schon bemerkt, pflegen die Gärtner, um die Bildung unschöner rutenförmiger Sprosse zu verhindern — etwa die

obersten zehn Sproßgenerationen behalten ihre Laubblätter —, die Pflanze stark zurückzuschneiden. Die Folge davon ist das Austreiben der normaliter nicht zur Entwicklung gelangenden Vorblattachselsprosse, deren Hypo- und Epipodien eine Länge von nur wenigen Millimetern zu erreichen pflegen, während sonst die Hypopodien 5 bis 6 *cm*, auch weniger und mehr, messen, während das Epipodium auf wenige Millimeter

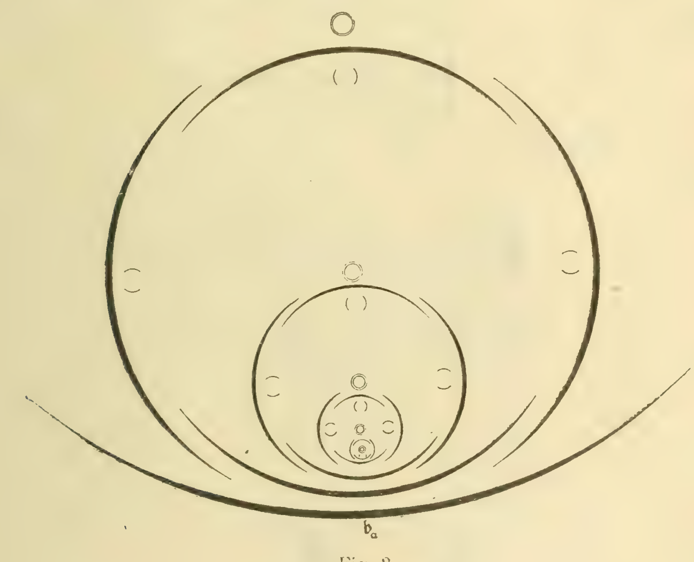


Fig. 2.

herabsinkt, so daß eben der Eindruck der Folia quaterna erweckt wird.

Immer scheint diese Differenz indessen nicht vorhanden zu sein: John Sims gibt in seiner Beschreibung folgendes an:[1] »The leaves ... generally grow four together upon the lower and barrer branches; but on the flowering branches are more frequently opposite, as represented one figure.«

Die »barren branches« dürften darauf beruhen, daß oft die Infloreszenz nicht zur weiteren Entwicklung gelangt und daß sie in den verschiedensten Stadien stecken bleiben kann.

---

[1] Curtis's Bot. Mag., tab. 2186 (1. Okt. 1820).

Fig. 3 stellt ein 14 *cm* messendes Stück aus einem dekussierten Sympodialsystem dar, für welches folgende Formel bestimmt wurde:

$$\mathfrak{X}_2\,\mathfrak{B}_{a\,3-5}\left\{\begin{array}{l}\mathfrak{A}_{s\,6}\,\mathfrak{C}_{d\,7}\,\mathfrak{A}_{d\,8}\left\{\begin{array}{l}\mathfrak{A}_{d\,9}\,\mathfrak{C}_{d\,10-11}\,\mathfrak{B}_{a\,12-13}\,\mathfrak{C}_{d\,14}\,\mathfrak{B}_{a\,15}\,\mathfrak{A}_{s\,16-18}\\ \mathfrak{B}_{a\,9-?}\end{array}\right.\\ \\ \mathfrak{A}_{d\,6}\,\mathfrak{B}_{a\,7-11}\left\{\begin{array}{l}\mathfrak{A}_{s\,12}\,\mathfrak{B}_{a\,13}\,\mathfrak{C}_{s\,14}\,\mathfrak{B}_{a\,15-19}\left\{\begin{array}{l}\mathfrak{B}_{a\,20}\\ \mathfrak{C}_{d\,20-25}\end{array}\right.\\ \mathfrak{A}_{d\,12}\,\mathfrak{C}_{d\,13}\,\mathfrak{B}_{a\,14}\,\mathfrak{B}_{a\,15-20}\,\mathfrak{C}_{d\,21-27}\\ \mathfrak{B}_{a\,12-?}\end{array}\right.\\ \\ \mathfrak{B}_{a\,6-?}\end{array}\right.$$

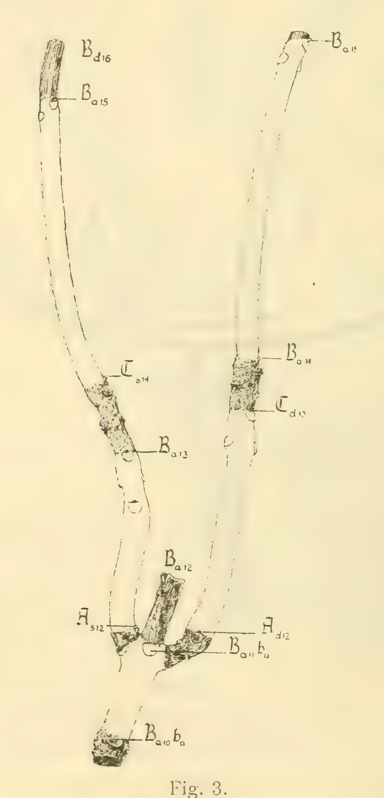


Fig. 3.

Crossandra undulaefolia Salisb. Näheres im Text.

Der Ausdruck $\mathfrak{B}_{a9-?}$ besagt, daß der Sproß unterhalb des Blattpaares $\mathfrak{B}_{a9}$ a abgeschnitten ist und seiner kräftigen Entwicklung nach zu urteilen noch eine Reihe von konsekutiven $\mathfrak{B}_a$-Sprossen einleitete; diesem Umstand wurde im Diagramm Fig. 4 Rechnung getragen; um an einer Stelle die Figur nicht zu kompliziert zu gestalten, wurde die Entwicklungsrichtung des Mediansympodiums durch einen Pfeil angedeutet ($\mathfrak{X}_2\,\mathfrak{B}_{a3-5-?}$).

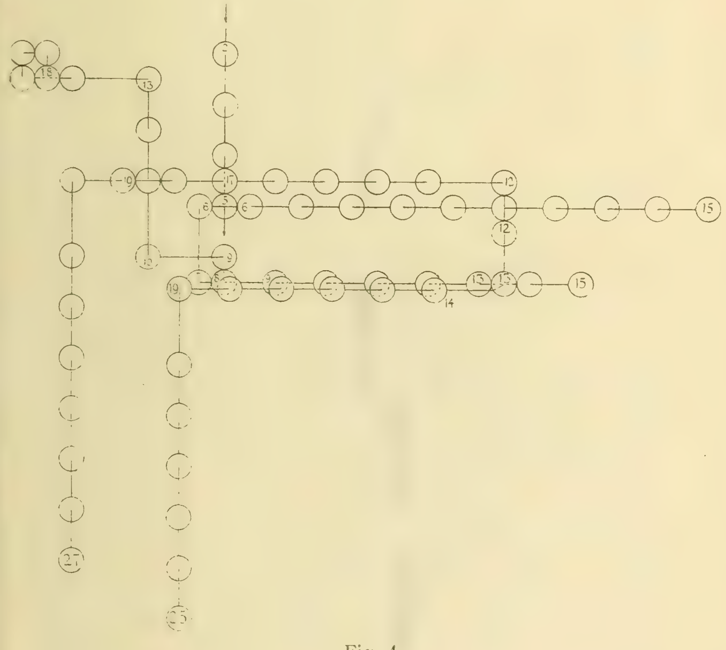


Fig. 4.

Ein anderes Verzweigungssystem ist durch die Formel

$$\mathfrak{X}_2\,\mathfrak{C}_{d3}\,\mathfrak{B}_{a4}\,\mathfrak{B}_{a5}\begin{cases}\mathfrak{A}_{s6}\,\mathfrak{B}_{a7-?}\\ \mathfrak{B}_{a6-7}\,\mathfrak{A}_{s8}\,\mathfrak{C}_{d9}\,\mathfrak{B}_{a10-15}\begin{cases}\mathfrak{A}_{s16}\,\mathfrak{B}_{a17-28}\begin{cases}\mathfrak{A}_{s29}\,\mathfrak{B}_{a30}\\ \mathfrak{B}_{a29}\end{cases}\\ \mathfrak{B}_{a16-?}\end{cases}\end{cases}$$

ausgedrückt. Ein Ausschnitt ist in Fig. 5 dargestellt, das Diagramm in der Textfigur 6. Einzelne Ziffern bedeuten stets die Generationsindices von $\mathfrak{B}_a$.

Die schraffierten Kreise bedeuten hier, daß die Sprosse abgeschnitten sind.

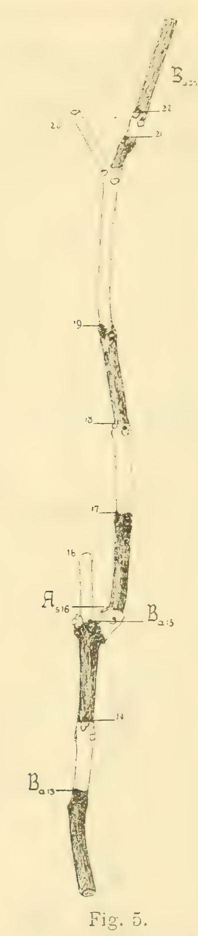


Fig. 5.

Crossandra undulaefolia Sal. Näheres im Text.

Die gemachten Beobachtungen ermöglichen es auch, die Abbildung einer falls nicht synonymen, so doch in nächste Nähe gehörenden Pflanze mit voller Sicherheit zu analysieren.

bei deren Darstellung morphologische Gesichtspunkte gewiß keine Rolle gespielt haben: es ist die 1843 in Madras er-

Fig. 6.

Crossandra undulaefolia Sal. Diagramm.

schienene Abbildung einer als *Crossandra infundibuliformis* (Aiton) bezeichneten Pflanze, als deren Autor indessen im

Text richtig Nees angegeben wird. Das in Fig. 7 interpretierte Bild findet sich in der wichtigsten Ikonographie Ostindiens, in Robert Wight's Icones plantarum Indiae orien-

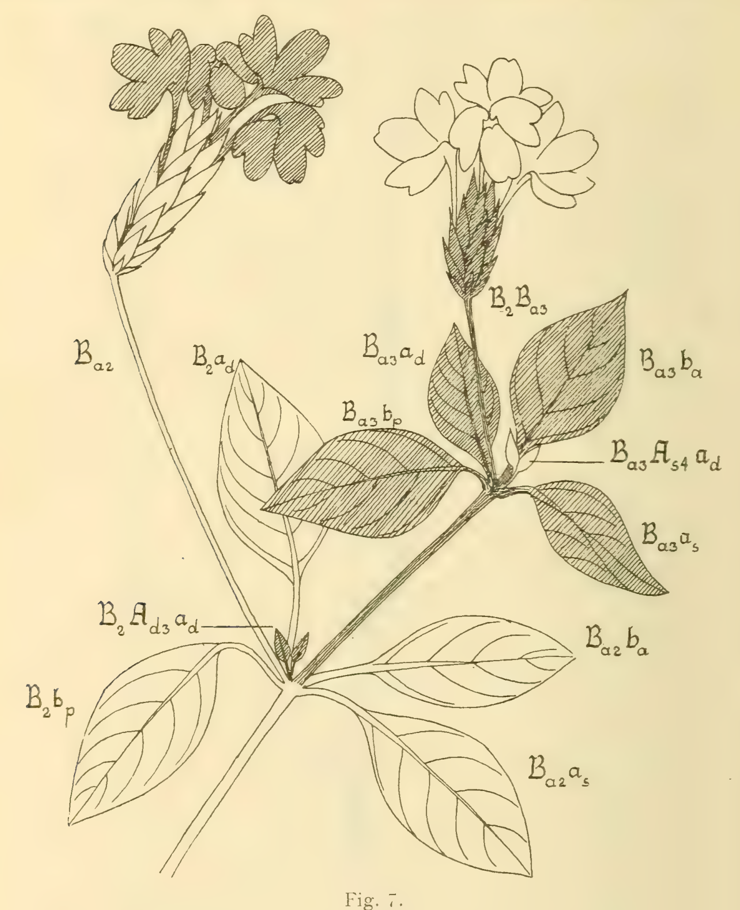


Fig. 7.
Crossandra undulaefolia Sal. Theoretische Interpretation der Wight'schen Abbildung.

talis, Vol. II, tab. 461. Als Tragblatt für die Fortsetzung des Sympodiums ist $\mathfrak{B}_{a3}\mathfrak{b}_a$ anzusprechen; in $\mathfrak{B}_{a2}$ ist das Vorblatt einer Blüte, vermutlich $\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{F}_{p3}\mathfrak{a}_d$ oder $\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{E}_{d3}\mathfrak{a}_s$ schwarz eingetragen; im übrigen bedarf die Abbildung keiner weiteren Erläuterung.

Über Sproßverkettung, Anisophyllie und Blattasymmetrie der *Arrabidaea dispar* Bur.

Von

Dr. Rudolf Wagner

(Mit 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Dezember 1917)

Unsere Kenntnisse der Flora des brasilianischen Staates Bahia verdanken wir in erster Linie der Tätigkeit eines schweizerischen Kaufmannes, des Waadtländers Jacques Samuel Blanchet,[1] der von 1828 bis 1856 in der gleichnamigen Hauptstadt ansässig war; die großen europäischen Herbarien besitzen ein umfangreiches Material, das nur zum geringsten Teil von dem Genfer Moricand bearbeitet wurde,[2]

---

[1] Geb. 8. Mai 1807 in Mondon, ging er 1828 nach Bahia, wo er bis 1856 blieb, sammelte und in entlegeneren Gegenden auch sammeln ließ. Seine Pflanzen gelangten durch Moricand (1780—1854) zur Verteilung. Nach der Schweiz zurückgekehrt, hielt er sich zuerst in Lausanne, dann in Vevey auf, wo ihn am 20. März 1875 der Tod ereilte. Vgl. Ignaz Urban: Jacques Samuel Blanchet in Engl. Bot. Jahrb., Bd. XXI, Beibl. Nr. 52, p. 3—7, mit Bild (1895); kurzer Auszug daraus in J. Urban, Vitae itineraque collectorum botanicorum in Mart. Flor. Bras., Vol. I, col. 7 (Apr. 1906).

[2] Moïse Étienne Moricand, Plantes nouvelles d'Amérique. Genève 1833—1846. mit 100 Taf. 4°. Mir nur aus den Zitaten bekannt. Ein anderes, schon 1830 begonnenes Tafelwerk in Folio, die »Plantae americae rariores descriptae et iconibus illustratae« blieb schon mit der ersten, 10 Tafeln umfassenden Lieferung stecken und gelangte infolge Bankerotts des Verlegers nie zur Ausgabe. Vgl. Diedrich Franz Leonhard v. Schlechtendal in Bot. Ztg., Bd. 5, Sp. 475—477 (2. Juli 1847), wo auch Näheres über die Erscheinungszeit der Tafeln mitgeteilt wird.

dafür aber in ausgedehntem Maße den zahlreichen Mitarbeitern von Martius' Flora Brasiliensis zu Gebote stand. Zu den zahlreichen von ihm gesammelten Arten gehört auch der im Titel genannte Camposstrauch, den er beim Sumpfe Japira nahe der Stadt Barra 1840 gesammelt; schon fünf Jahre später erschien seine Beschreibung als *Bignonia Blanchetii* P. DC.[1] Die weiteren Fortschritte in der Systematik dieser vornehmlich im tropischen Südamerika entwickelten Familie, die sich an die Namen Berthold Seemann und vor allem Eduard Bureau knüpfen, führten bekanntlich zur Lostrennung zahlreicher Gattungen von der Linné'schen, übrigens von Charles Plumier übernommenen Gattung *Bignonia.* Zu diesen gehört auch die Gattung *Arrabidaea* P. DC.[2] Bureau, der sorgfältig arbeitende Monograph der Familie, der er mehrere Dezennien widmete, erkannte die Zugehörigkeit zur letztgenannten Gattung, die heute auf einige 60 Arten angewachsen sein mag,[3] und nannte sie mit Rücksicht auf die große Formverschiedenheit der Foliola terminalia und lateralia, wohl auch auf die sehr auffallende Asymmetrie der letzteren *A. dispar*, da eine einfache Übertragung des Artnamens unstatthaft war: *Arrabidaea Blanchetii* war nämlich schon ein Nomen praeoccupatum, schon von Pyrame De Candolle für einen im südlichen Brasilien verbreiteten Kletterstrauch gebraucht.[4] Bureau hat den Namen nicht veröffentlicht; das geschah vielmehr zuerst durch Karl Schumann, der in seiner Bearbeitung der Familie für die »Natürlichen Pflanzenfamilien« eine Artübersicht gab.[5]

Soweit uns hier die Daten der drei in Betracht kommenden Autoren interessieren, so sind sie ziemlich dürftig; Pyrame De Candolle erwähnt selbstverständlich die Foliola lateralia

---

[1] DC., Prodr., Vol. IX, p. 164 (1845).

[2] Nach Wittstein ist die 1838 (Bibl. Univ. Genève, XVII, p. 126) aufgestellte Gattung nach Don Antonio de Arrabida, Bischof von Anemuria i. p. i. benannt, dem Herausgeber von Vellozo's Flora Fluminensis.

[3] Die Flora Brasiliensis kennt 1897 54 Arten; 10 weitere wurden bis 1910 beschrieben.

[4] DC., Prodr., IX, p. 186 (1845).

[5] Engler und Prantl, Nat. Pflzf., IV, 3 b, p. 213 (Juli 1894).

valde obliqua.[1] Ferner erfahren wir von ihm, daß der Blütenstand sich aus dem einjährigen Holze entwickelt; es liegt somit der niedrigste Grad der als Cauliflorie bezeichneten Erscheinung vor, die in einer anderen Tribus unserer Familie in so hohem Maße auftritt, nämlich bei den *Crescentia*-Arten unserer Gewächshäuser, dem altbekannten Calabassenbaum[2] Westindiens und seinen Verwandten.[3]

Eine weit ausführlichere Beschreibung erhielten wir 1896 durch die Flora Brasiliensis; dem greisen Bureau[4] trat Karl Schumann zur Seite. Ihren Angaben entnehmen wir folgendes:[5] »Frutex erectus campester ramis brevibus divaricatis, novellis villoso-tomentosis complanatis, vetustioribus cicatricoso-tuberculatis subtetragonis pro rata validiusculis: foliis ternatis petiolatis apice ramulorum paucis congestis . . . foliolis terminalibus brevitu, lateralibus brevissime petiolulatis vel sessilibus, lamina priorum obovato-oblonga vel rotundato-rhombea obtusa vel acutiuscula, basi rotundata et plus minus manifeste subcordata, ulteriorum valde obliqua non raro subtrapezoidea . . . pannicula brevi e ligno annotino.« Dann heißt es weiter: »Propter inflorescentius e ligno vetere et folia reticulata cinereo-ferruginea supra sanguinea frutex specifice campester optime distinguitur.«

Ferner erfahren wir, daß der so auffallende Strauch schon vor Blanchet von Ph. v. Martius »in silvis Cantiagas interioris provinciae Maração«, später auch von Glaziou, leider wie so häufig ohne genauere Fundortsangabe, gesammelt wurde.

In Fig. 1 ist ein Zweig verkleinert abgebildet. Die Blattstellung ist, wie in der Familie mit Ausnahme weniger Gattungen,[6] die dekussierte. Die einzelnen Sympodialglieder

---

[1] DC., Prodr., IX, p. 164 (1845).

[2] *Crescentia Cujete* L., schon 1697 von Jan Commelin (Hort. Amst., I, t. 71) abgebildet.

[3] *Cr. macrophylla* Seem.; in Schönbrunn in Kultur.

[4] Geb. 20. Mai 1830 in Nantes (Urban in Fl. Bras., I, col. 160, 1906).

[5] L. c. Vol. VIII.

[6] So bei den Gattungen *Argylia* D. Don., *Amphicome* Ldl., *Incarvillea* Juss., *Enallagma* Miers, *Parmentiera* DC., *Crescentia* L. und teilweise bei *Phyllarthron* DC.

beginnen mit einer Anzahl von einander zunächst dicht folgender Schuppenblattpaare, deren Internodien sich schließlich strecken; bisweilen sind sie alle dicht gedrängt und oberhalb

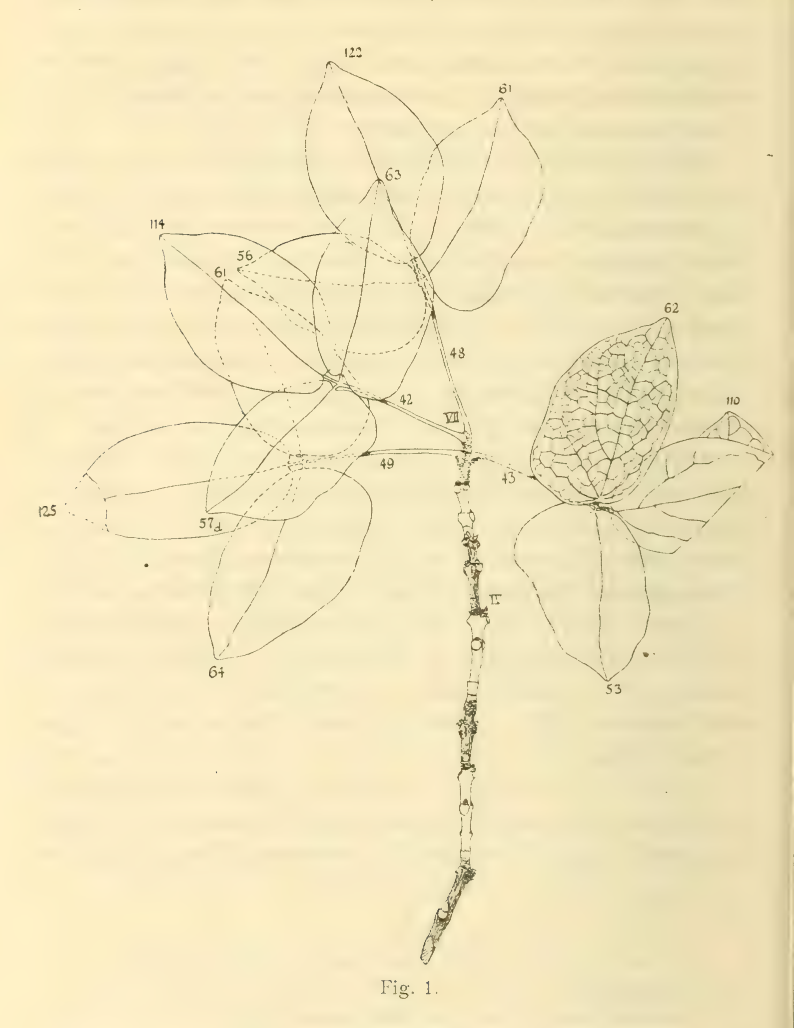


Fig. 1.

des ersten gestreckten Internodiums folgt ein Laubblattpaar, an den großen Narben leicht zu erkennen. Daraus nun, daß das erste Laubblattpaar bald in die Mediane fällt, bald transversal orientiert ist, geht hervor, daß die Anzahl der Nieder-

blattpaare nicht konstant ist. Eine genaue Zählung ist ohne wesentliche Beschädigung des seltenen Herbarmaterials nicht durchführbar; es kommen 10 Niederblattpaare vor, auch weniger, vielleicht auch mehr; doch sind die Grenzen nicht festzustellen. Somit fällt augenscheinlich die Möglichkeit einer exakten Sympodienbestimmung, also einer eindeutigen Bezeichnung der morphologischen Komponenten und die in letzter Zeit mehrfach in Anwendung gebrachten Diagramme[1] versagen.

Nun fragt es sich, ob wir derartigen Vorkommnissen gegenüber, die übrigens auch bei einheimischen Holzgewächsen recht lästig sein können — ich erinnere nur an *Rhamnus cathartica* L. —, ganz hilflos stehen bleiben müssen. Die Sympodialglieder entwickeln sich, soweit das spärliche Material ein Urteil gestattet, stets aus den Achseln der Laubblätter.[2] Für die Charakterisierung einer Sproßverkettung ist aber ausschließlich der Richtungsindex maßgebend: Sichelzweige ergeben sich aus $\mathfrak{B}_a$, wie uns das schöne Beispiel der *Crossandra undulaefolia* Sal. zeigt,[3] $\mathfrak{D}_a$, wie häufig bei *Staphylea pinnata* L., $\mathfrak{F}_a$, $\mathfrak{H}_a$, $\mathfrak{K}_a$ etc. sowie den Kombinationen der genannten Sprosse; mutatis mutandis gilt das Nämliche für die anderen Sympodialformen. Ich schlage daher für Fälle wie *Arrabidaea dispar* Bur. vor, von den Niederblättern ganz abzusehen, das erste Laubblattpaar mit $1f$ (frondosum folium), das zweite mit $2f$ usw. zu bezeichnen und den anderen Formeln analog die Achselprodukte mit den entsprechenden großen lateinischen Buchstaben. Richtungs- und Generationsindices bleiben. Läßt sich ein Sympodialglied eindeutig bestimmen, so treten die gewohnten Formeln in Kraft, bei denen deutsche Buchstaben Verwendung finden. Mißverständnisse sind somit ausgeschlossen. Das in Fig. 2 dargestellte Sympodium erhält demnach die Formel

$$\mathfrak{X}_1\; 2?\, F_2,\;\; 2\, F_{a3}\; 2\, F_{s4}\; 2\, F_{d5}\; 2\, F_{s6}\; 2\, F_{a7}\; 2\, \dot{F}_{a8},$$

[1] Rud. Wagner, Zur diagrammatischen Darstellung dekussierter Sympodialsysteme. Diese Sitzungsber., Abt. I, Bd. 123 (1914).

[2] In den Achseln der Vorblätter finden sich bisweilen kleine Knospen.

[3] Rud. Wagner, Die $\mathfrak{B}_a$-Sichelzweige der *Crossandra undulaefolia* Sal. Diese Sitzungsber. Im Druck.

wobei das unterste Sympodialglied als Seitensproß mindestens erster Ordnung aufgefaßt ist; der unbekannten Anzahl der Laubblattpaare ist durch das Fragezeichen Rechnung getragen; daß hier stets zwei Laubblattpaare entwickelt sind, ist ein Zufall und gilt für andere Zweige nicht.

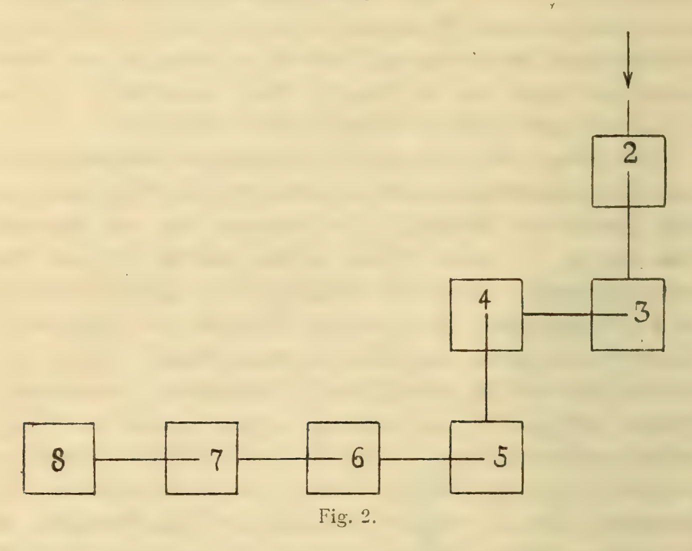


Fig. 2.

Aus der Formel können wir einen Wickelzweig herauslesen, charakterisiert durch alternierende Richtungsindices:

$$F_2\ 2\,F_{a3}\ 2\,F_{s4}\ 2\,F_{d5}\ 2\,F_{s6}$$

und einen Sichelzweig $2\,F_{s6}\ 2\,F_{a7}\ 2\,F_{a8}$, dessen letztes Sympodialglied sich noch im Knospenzustand befindet.

Zwecks diagrammatischer Darstellung schlage ich Quadrate vor; bei Sympodienbildung aus dem ersten Laubblattpaar berühren sie sich, aus dem zweiten beträgt der Abstand 1 Seitenlänge, kurz gesagt beim n-ten Blattpaar $n-1$ Seitenlängen. Das Übrige bleibt, wie in den letzten Arbeiten entwickelt. Die Diagramme erfordern wenig Platz und erlauben die Übersicht über zahlreiche Sproßgenerationen sowie koordinierte Sprosse.

Wesentlich komplizierter als dieser Fall ist ein anderer (»in undatis Tapira pris Villa de Barra, Blanchet 3082«). Das System entspricht der Formel

$$\mathfrak{X}_1\, F_2\, 2\,F_{d3}\, 2\,F_{s4}\, 2\,F_{a5} \begin{cases} 1\,F_{s6}\, 1\,F_{d7}\, 2\,F_{s8}\, 2\,F_{s9}\, 2\,F_{s10}\, 2\,F_{d11}\, 2\,F_{d12} \\ 1\,F_{d6}\, 2\,F_{d7}\, 2\,F_{a8}\, 2\,F_{a9}\, 1\,F_{d10}\, 2\,F_{s11}\, 1\,F_{s12} \end{cases}$$

Das Diagramm dieses Systems ist in Fig. 3 niedergelegt. Auch hier finden wir kurze Sichelsympodien, wie

$2\,F_{d3}\, 2\,F_{s4}\, 2\,F_{a5}$,
$1\,F_{d6}\, 1\,F_{d7}\, 2\,F_{a8}\, 2\,F_{a9}$,

verknüpft durch wickelige Aggregate, wie

$F_2\; 2\,F_{d3}\; 2\,F_{s4}$
$2\,F_{a5}\; 1\,F_{s6}\; 1\,F_{d7}\; 2\,F_{s8}$
$2\,F_{s8}\; 2\,F_{s9}\; 2\,F_{s10}\; 2\,F_{d11}$

und Schraubelsympodien, wie

$1\,F_{s6}\; 1\,F_{d7}\; 2\,F_{s8}\; 2\,F_{s9}\; 2\,F_{s10}$
$2\,F_{s9}\; 2\,F_{s10}\; 2\,F_{d11}\; 2\,F_{d12}$
$2\,F_{a9}\; 1\,F_{d10}\; 2\,F_{s11}\; 1\,F_{s12}$

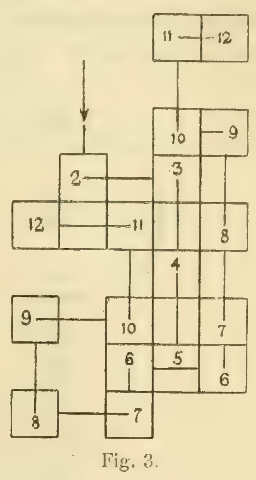


Fig. 3.

Betrachten wir die letzte zur Entwicklung gelangte Sproßgeneration des in Fig. 1 abgebildeten Falles. Die Anisophyllie der Medianblätter springt deutlich in die Augen und ist im Diagramm Fig. 3 übertrieben hervorgehoben. Das nach vorn fallende Blatt $2\,F_{a7}\,f_a$ mißt 122 *mm*, sein Stiel 48; die entsprechenden Zahlen für das Gegenblatt lauten 114, beziehungsweise 42. Die Länge des linken Transversalblattes beträgt 110 *mm*, auf den Petiolus entfallen davon 43; das Gegenblatt mißt — ergänzt — etwa 125 *mm*, jedenfalls über 120 *mm*, der Stiel 49 *mm*. Die kräftigere Entwicklung entspricht durchaus der Stellung im Sympodialsystem, wie aus Fig. 4 hervorgeht: die Stellung von $2\,F_{s4}$ ist ausschlaggebend für die stärkere Entwicklung des nach rechts fallenden Transversalblattes. Noch deutlicher dürfte das werden, wenn wir die Stellung der geförderten Blätter in einem dichasialen System als einem einfachen Falle eines dekussierten Aggregates uns vergegenwärtigen, wie das mit Hilfe des Diagramms Fig. 4

geschehen mag, in welchem noch ein anderes Moment Berücksichtigung gefunden hat, das uns weiter unten beschäftigen wird: die Asymmetrie.

Was nun den aus Fig. 3 hervorgehenden Transversalquotienten anbelangt, also das in Zahlen ausgedrückte Verhältnis des geförderten, nach rechts fallenden Blattes zu seinem Gegenblatt, so ist dieser — soweit meine Erfahrungen in den

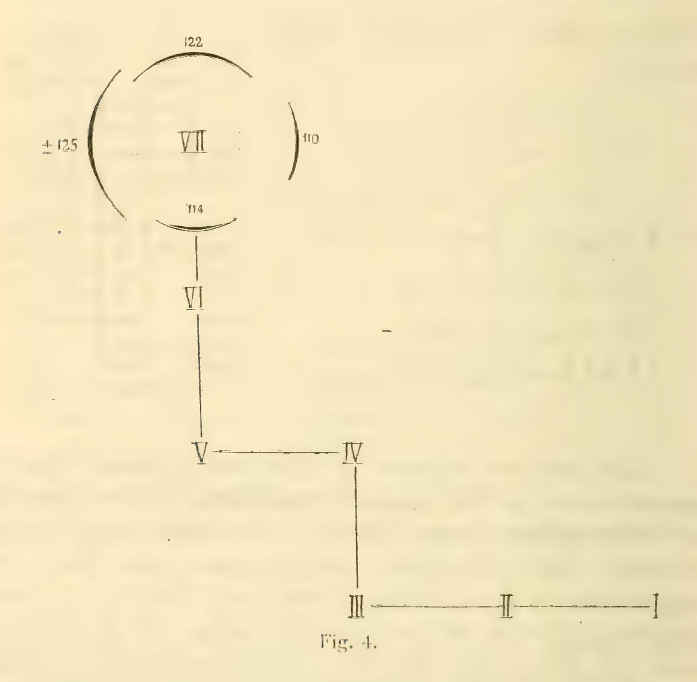


Fig. 4.

verschiedensten anisophyllen Dikotylen reichen — eine Funktion der Stellung, und zwar wird sich das für eine sich in Anlehnung an unser Vorkommnis aufdrängende Reihe in sehr einfacher Weise formulieren lassen.

Bezeichnen wir, um zu möglichst übersichtlichen Ausdrücken zu gelangen, die Blätter eines Sympodialsystems mit $\mathfrak{a}_s$, $\mathfrak{a}_d$, $\mathfrak{b}_a$ und $\mathfrak{b}_p$ mit den entsprechenden Generationsindices, so gilt folgendes:

$$\frac{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{a}_d}{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{a}_s} > \frac{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{B}_{a5}\mathfrak{a}_d}{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{B}_{a5}\mathfrak{a}_s} > \frac{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{B}_{a5}\mathfrak{B}_{a6}\mathfrak{a}_d}{\mathfrak{B}_{a2}\mathfrak{A}_{d3}\mathfrak{A}_{s4}\mathfrak{B}_{a5}\mathfrak{B}_{a6}\mathfrak{a}_s}.$$

Der mittlere dieser Ausdrücke entspricht unserem Falle; für $\mathfrak{a}_{d5}$ den Wert 125 angenommen, erhalten wir 1·136. Wir haben mit anderen Worten anzunehmen, daß die Anisophyllie beim ersten der drei in den Formeln berücksichtigten Sproßsysteme in den Transversalblättern deutlicher ausgeprägt hat, daß sie im Falle weiterer Sichelbildung abnimmt, um schließlich zu verschwinden. Der Einfluß einer außerhalb der Medianebene des Sichelsympodiums stehenden Abstammungsachse auf die Transversalanisophyllie sinkt mit steigenden Sproßgenerationen. Das wird, wie

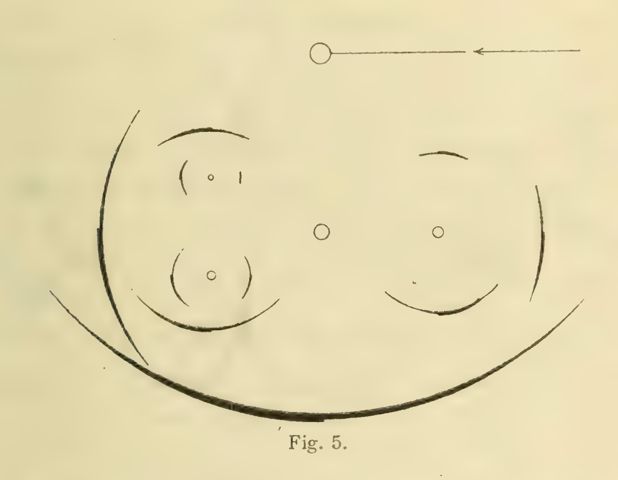


Fig. 5.

wohl selbstverständlich, bei verschiedenen Pflanzen in verschiedenem Tempo geschehen und gewiß wird da und dort noch ein physiologischer Charakter zur Geltung gelangen: die Lage zum Horizont. Einschlägige Messungen wären an einem wohl in den meisten botanischen Gärten Mitteleuropas kultivierten, in Wiens Umgebung häufigen baumartigen Strauch, an *Staphylea pinnata* L., durchzuführen, dessen bisweilen durch acht und mehr Generationen durchgeführte $\mathfrak{D}_a$-Sympodien ausgezeichnet anisophyll sind; da $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ hier Niederblätter sind, wäre in einer Reihe von Jahren an geeigneten Sprossen der Transversalkoeffizient von $\mathfrak{c}_n, \mathfrak{c}_{n+1} \ldots \mathfrak{c}_{n+8}$ zu bestimmen. Voraussetzung für derartige Messungen ist allerdings die noch fehlende Kenntnis der Sproßverkettung.

Aus Fig. 1 geht hervor, daß die Blätter asymmetrisch sind, und zwar innerhalb ziemlich weiter Grenzen; bezeichnet man das geförderte Foliolum laterale mit 100, so mißt die geminderte Blattfieder bei

$2\,F_{a7}\,1f_s$ ..... 85·483
$2\,F_{a7}\,2f_p$ ..... 90·476
$2\,F_{a7}\,2f_a$ ..... 91·803
$2\,F_{a7}\,1f_d$ ..... 95·312

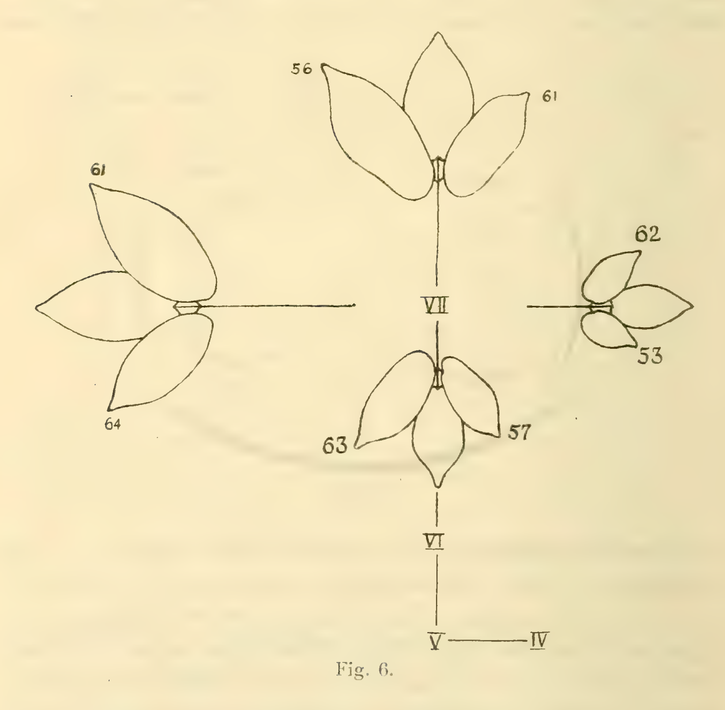


Fig. 6.

In Fig. 6 ist der beblätterte Zweig der Fig. 1 schematisch dargestellt, die Symmetrieverhältnisse so eingetragen, wie man sie nach Fig. 4 zu erwarten hätte. Stark ausgezogen sind diejenigen Blätter, bei denen das Erwartete zutrifft. Die beigefügten Dezimalbrüche zeigen, daß die Asymmetriequotienten — das Verhältnis des geförderten Blättchens zum Gegenblättchen — die größten sind, da eben das geminderte Blättchen nur 85·483 %, beziehungsweise 90·476 % mißt.

Zum Verständnis der anderen Blätter mag folgende Erwägung beitragen: Sind zwei zu messende Blätter bei Anisophyllie sehr verschieden, so z. B. bei der so häufigen Mediananisophyllie $\mathfrak{b}_a > \mathfrak{b}_p$, und zwar etwa im durchschnittlichen Verhältnis von 100 : 20, so wird beispielsweise $\mathfrak{b}_a$ innerhalb der Grenzen 90 und 110 variieren; in anderen Fällen, bei anderen Arten vielleicht zwischen 95 und 105. Das Gegenblatt $\mathfrak{b}_p$ dagegen zwischen 18 und 22. Der Wert $\frac{\mathfrak{b}_a}{\mathfrak{b}_p}$ wird mit $\frac{90}{22}$, beziehungsweise $\frac{95}{22}$ sein Minimum finden, also stets > 1 sein. Für gleiche Werte von $\mathfrak{b}_a$ wird man eine Reihe verschiedener Werte von $\mathfrak{b}_p$ beobachten, so daß auch dieser Quotient innerhalb gewisser Grenzen schwankt und daß keineswegs einem Maximum von $\mathfrak{b}_a$ auch eines von $\mathfrak{b}_p$ zugeordnet zu sein braucht. Läßt man nun die Mittelwerte A_1 und P_1 für das erste Medianblattpaar sich etwa so annähern, daß für $\mathfrak{b}_a$ der mittlere Wert 100 bleibt, so wird ein Punkt eintreten, wo $\mathfrak{b}_a = \mathfrak{b}_p$ wird, die Anisophyllie also nicht zum Ausdruck gelangt. Bei weiterer Annäherung ergibt sich dann die Möglichkeit, daß der Medianquotient $\frac{\mathfrak{b}_a}{\mathfrak{b}_p} < 1$ wird; auf deduktivem Wege dürfte sich zeigen lassen, daß die Wahrscheinlichkeit dieses Falles gering ist, daß sie sich aber in dem Maße steigert, als bei gleicher Variabilität der Wert $A_1 - P_1$ sich Null nähert. Tatsächlich entsinne ich mich nur eines einzigen Vorkommnisses, wo bei der in Frage stehenden Mediananisophyllie $\mathfrak{b}_p$ erheblich größer war als $\mathfrak{b}_a$: bei der kapensischen Santalacee *Colpoon compressum* Berg habe ich das beobachtet und nur bei einem Zweige.

Mutatis mutandis gilt das auch für die Asymmetrie; die relativ große Variabilität im Verein mit geringem Einfluß der Stellung müssen zu derartigen Erscheinungen wie der obigen führen. Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen an zugänglicherem Material sein, auf Grund planmäßiger Messungen die Basis für weitere Deduktionen zu gewinnen.

Über den Aufbau des *Psilopeganum sinense* Hemsl.

Von

Dr. Rudolf Wagner

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Dezember 1917)

In die engere Verwandtschaft der Gattung *Ruta* L., also zu den *Rutoideae-Ruteae-Rutinae* im Sinne der Engler-schen Bearbeitung[1] der Familie, gehört zunächst die von den Autoren meist vereinigte Gattung *Haplophyllum* Juss., deren mißglückte Behandlung in Boissier's Flora orientalis[2] vor einigen Jahren durch Baron Handel-Mazzetti einer Revision unterzogen worden ist,[3] dann die monotypische, 1828 von Reichenbach[4] auf Hooker's 1823 beschriebene und abgebildete *Ruta albiflora*[5] gegründete Gattung

---

[1] Engler und Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, III, 4.

[2] Vol. I, p. 922—942 (1867).

[3] Handel-Mazzetti, Heinrich Freiherr v., Die biovuleten *Haplophyllum*-Arten der Türkei. Nebst Bemerkungen über jene des übrigen Orients. Verhandl. k. k. zool.-bot. Ges. Wien, 1913, p. 26—55.

[4] Reichenbach, H[enricus] Th[eophilus] L[udovicus]. Conspectus regni vegetabilis per gradus naturales evoluti. Tentamen... Lipsiae 1828. Auf p. 197 zählt er die Gattungen seiner *Ruteae* auf: *Peganum* L. (heute eine eigene Tribus *Peganeae* der Zygophyllaceen), *Aplophyllum* Ad. Juss., *Ruta* L. und *Boenninghausenia*, wozu er sich auf die Angabe beschränkt »Hook. exot. Fl. 79«; eine Gattungsdiagnose wird nicht gegeben.

[5] William Jackson Hooker, Exotic Flora, containing figures and descriptions of new or otherwise interesting Exotic Plants. Edinburgh 1823. Vol. I, tab. 79. Hooker bezweifelt die generische Zugehörigkeit und erwähnt auch des Gynophor, das zur Aufstellung der Gattung *Podostaurus* durch Franz Wilhelm Junghuhn 1845 geführt hat, der die Pflanze als *P. thalictroides* bezeichnet (Nat. en Geneesk. Arch. Neèrl. Indie, Vol. II, p. 45 ex Ind. Kew). Übrigens wurde die *Boenninghausenia* auch als Ranunculacee aus der

Boenninghausenia,[1] ferner *Thamnosma* Torr. & Frém., aufgestellt 1845,[2] *Cneoridium* Hook. fil., erst 1862 beschrieben,[3] und endlich unsere Gattung, von William Botting Hemsley 1886 beschrieben und abgebildet.[4]

Ruta L. hat angeblich tetramere und pentamere Blüten — die verbreitete Angabe, die Terminalblüte bei *Ruta* sei pentamer, die anderen tetramer, ist in dieser Fassung falsch; sie gilt wohl für die bekannteste Art, die Weinbergsraute, *R. graveolens* L., für eine Reihe von anderen Arten dagegen nicht, wo die Terminalblüte andere Zahlenverhältnisse aufweist.

Boenninghausenia Rchb. unterscheidet sich, abgesehen vom Gynophor, durch die Verwachsungsweise der Carpiden und, soweit meine Erfahrung reicht, auch durch die Verzweigungsweise des Blütenstandes, ferner durch wechselnde Zahl der Staubblätter.

Verwandtschaft von *Isopyrum* L. beschrieben: H. Léveillé et Eug. Vaniot in Léveillé, Enumération des plantes du Kony-Tchéou d'après l'herbier d'Emile Bodinier. Nach letzterem, der Apostolischer Provikar der genannten chinesischen Provinz war, benannten sie die Gattung *Bodinieria* mit einer Art: *B. thalictroides* Lév. & Van. (Bull. Acad. intern. géogr. bot., Vol. XI, p. 48 [1902]), stellten aber den Irrtum nach einigen Jahren selbst richtig. Im Münchener Botanischen Garten in Kultur; beschrieben auf Grund eines im Juni 1823 bei P. Neill in Canonmills bei Edinbourgh aus nepalesischen Samen erblühten Exemplars.

[1] Nach Clemens M. Fr. Freiherrn v. Boenninghausen, Vorsteher des Botanischen Gartens in Münster und Verfasser des 1824 erschienenen Prodromus florae Monasteriensis Westphalorum, benannt (nach G. C. Wittstein, Etymologisch-botanisches Handwörterbuch, p. 111 (Ansbach 1852).

[2] In J. C. Frémont, Report of the Exploring Expedition to the Rocky Mountains in the year 1842, and to Oregon and North California in the year 1843—'44. Washington 1845. Pag. 313 mit *Th. montana* Torr. & Frem.

[3] In Bentham et Hooker fil., Gen. plant., Vol. I, p. 312, als Simarubacee, »Genus *Surianae* proximum, *Cneoro* quoque affine«. *Cneorum* L. mit seinen zwei Arten (nicht zwölf, wie fälschlich angegeben) wurde bekanntlich von Engler zu einer eigenen Familie erhoben (Natürl. Pflanzenfam., III, 4, p. 94, 1890). Das *Cneoridium dumosum* Hook. fil. ist mir nur aus der Abbildung Engler's (l. c., III, 4, p. 132) bekannt.

[4] In Francis Blackwell Forbes and W. B. Hemsley, An Enumeration of all the Plants known from China Proper, Formosa, Hainan, Corea, the Lucha Archipelago, and the Island of Hongkong, together with their Distribution and Synonymy. Journ. Linn. Soc., Vol. XXIII, p. 103.

Thamnosma Frém. & Torr. hat ein bicarpelläres Gynäceum mit bis zur Mitte vereinigten Fruchtblattern und deutlicher Diskusbildung.

Psilopeganum Hemsl. ist gleichfalls bicarpellär, die Carpiden sind bis über die Mitte verwachsen, der Diskus schwach entwickelt.

Cneoridium Hook. fil. hat gegenständige Blätter und tetramere Blüten mit unicarpellärem Gynäceum unbekannter Orientierung. Sie sind nach der Abbildung in wenigpaarigen Sekundanpleiochasien angeordnet.

Die Artenzahl von *Ruta* L. (inklusive *Haplophyllum* Ad. Juss.) ist schwer zu bestimmen wegen der verwickelten Synonymie; beschrieben sind über 100 Arten, die im Mittelmeergebiet und im Orient bis nach Ostchina (*Ruta dahurica* DC.)[1] verbreitet sind; weitaus die Mehrzahl gehört zu Haplophylleen.

Boenninghausenia Rchb. ist monotypisch: *B. albiflora* (Hook.) Rchb. ist von Nepal bis Japan und Java verbreitet.

Thamnosma Torr. & Frém. hat fünf Arten mit sehr merkwürdiger geographischer Verbreitung: in Nordamerika *Th. montana* Torr. & Frém. und *Th. texana* Torr.,[2] beschrieben.

---

[1] Nach Forbes und Hemsley in Journ. Linn. Soc., XXIII, p. 102 (1886). Sir J. D. Hooker kennt für Ostindien als einheimisch nur die *R. tuberculata* Forsk. aus den Bovytabergen in Sind, die ihre Westgrenze erst in Algerien erreicht.

[2] Die erstgenannte Art ist nach dem Index Kewensis, Vol. IV, p. 1061 (1895), zuerst veröffentlicht in Frémont [2nd] Rep., p. 313, sowie in Duch. Rév. Bot., II (1846—1847), 154. Erstere Stelle ist mir nur aus dem Zitat bekannt, die zweite ist falsch zitiert, die Seitenzahl heißt 54. Der wohl der Feder von P. Duchartre entstammende Artikel führt den Titel »Descriptions de quelques nouveaux genres et espèces de plantes recueilles par le cap. J.-C. Frémont, pendant son voyage d'exploration dans l'Orégon et dans le nord de la Californie, en 1833—44. — Descriptions of Some new genera and species of plants, &c., par MM. John Torrey, et J. C. Frémont. Extrait du Rapport sur les voyages d'exploration du capit. Frémont, p. 311—319 (4 plane)«. Pag. 51 bis 55, also a. 1846, werden 22 Arten teils erwähnt, teils beschrieben; die neue, p. 53 bis 54 ausführlich beschriebene Gattung *Thamnosma* den Xanthoxyleen zugeteilt: »Genre très voisin des Xanthoxylum« (l. c., p. 54). Wieder erwähnt wird die Art von John Torrey in William H. Emory, Report on the United States and Mexican Boundary Survey, p. 42 (1858). Dort wird eine zweite Art der Gattung zugewiesen, *Th. Texanum* (A. Gr.) Torr., auf die 1849 Asa Gray seine monotypisch

Dazu kam 1882 die Beschreibung der *Th. socotrana* Balf. fil.,[1] dann 1888 *Th. africanum* Engl.[2] aus Deutsch-Südwestafrika und 1895 *Th. Hirschii* Schwf.[3] aus dem tropischen Arabien. Vgl. die Abbildungen von *Th. montanum* Torr., *Th. socotranum* Balf. fil. und *Th. africanum* Engl. bei A. Engler, Nat. Pflzfam., III, 4, p. 132 (Dez. 1895).

Cneoridium dumosum Hook. fil. ist nur aus Südkalifornien bekannt.[4] Abbildung bei Engler, l. c., p. 132.

Psilopeganum sinense Hemsl. wird als perennierendes Kraut mit rutenförmigen, etwa anderthalb Fuß langen Zweigen beschrieben. Über die Blüten heißt es l. c., p. 103: »Flores parvi, solitarii, extra-axillares, graciliter pedunculati . . . ut videtur albi.« Eine spätere Korrektur (p. 489, Dezember 1888) stellt die Blütenfarbe mit Gelb richtig. An sonstigen morphologischen Beobachtungen möchte ich erwähnen: »Foliola leviter inaequalia . . . lateralia interdum leviter obliqua.« Wir werden darauf noch zurückzukommen haben.

Zur Gattung bemerkt Hemsley: »This differs from *Boenninghausenia*, which it very strongly resembles in general appearance, in having trifoliolate leaves, solitary extra-axillary flowers, a very small disk, and a sessile two-celled ovary. *Thamnosma* has a dimerous pistil, associated with simple leaves and a very different habit.«

Von der großen habituellen Ähnlichkeit mit *Boenninghausenia*, die mir sehr wohl bekannt ist, habe ich nichts bemerkt; *Psilopeganum sinense* Hemsl. ist l. c., pl. 14, abgebildet. Die Unverständlichkeit des Habitusbildes veranlaßte mich, im Herbar des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in

gebliebene Gattung *Rutosma* gegründet hatte (Genera Florae Americae borealiorientalis illustrata, p. 144). Seine tab. 155 sehr sorgfältig abgebildete *Rutosma Texana* erinnert übrigens hinsichtlich der Verwachsungsverhältnisse an *Psilopeganum sinense* Hemsl.

[1] Proc. Roy. Soc. Edinburgh, XI, p. 505.

[2] Adolf Engler, Plantae Marlothianae. Ein Beitrag zur Kenntnis der Flora Südafrikas, in Engl. Bot. Jahrb., Bd. X, p. 33; aus dem Hereroland.

[3] Decades Kewenses XXII. in Kew Bulletin 1895, p. 315—316; der Index Kewensis, Suppl. I, p. 424 (1906) zitiert irrtümlich Stapf als Autor; eine noch unbeschriebene Art kommt in Transvaal vor (l. c, p. 316).

[4] Fehlt in den Wiener Herbarien.

Wien[1] nachzusehen, wo sich ein von E. H. Wilson bei Ichang gesammeltes Exemplar befindet, der im Auftrage der Firma Veitch and Son in Chelsea Zentral- und Westchina bereiste.[2]

Die Wilson'sche Nummer 149 ist von André Guillaumin in seiner Bearbeitung ostasiatischer Rutaceen bestimmt[3] und zweifellos richtig. Gesammelt wurde es im südlichen Zentralchina bei Ichang in der Provinz Hupeh. Dort, im Ichang Gorge, dem gewaltigen Gebirgsdurchbruch des Jang-tze-kiang, hat schon Maries die Pflanze gesammelt, später der um die botanische Erforschung Chinas hochverdiente Sir Augustine Henry und in der weiter nördlich gelegenen Provinz Széchuen, bei Chwayking, Barne.



Fig. 1

Aus einem knorrig bewurzelten dicken Rhizom entwickeln sich die schütter beblätterten rutenförmigen Zweige, an denen die lang- und sehr dünn gestielten Blüten stehen. Bei einem der Herbarzweige, der wohl vom Sammler auch oben abgerissen ist — gerade ausgiebig scheint Wilson's Standort nicht gewesen zu sein —, haben sich einige Seitenachsen entwickelt, von denen eine in Fig. 1 halbschematisch dargestellt ist, so zwar, daß die konsekutiven Sproßgenerationen abwech-

[1] Es sei mir gestattet, an dieser Stelle dem Leiter der Sammlung, Herrn Direktor Dr. Alex. Zahlbruckner, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

[2] Im Jahre 1900.

[3] A. Guillaumin, Espèces ou localités nouvelles pour les Rutacées d'Extême-Orient. Notulae systematicae, Paris, Vol. I, p. 208 (1910, 30. VI.).

selnd hell und dunkel gehalten sind.[1] Die Länge des gezeichneten Teiles beträgt 28 *cm*. Die beiden laubigen Vorblätter, deren erstes ein Hypopodium von 28 *mm* Länge abschließt, sind abgefallen; aus der Achsel von $\mathfrak{R}_2 \alpha_s$ entwickelt sich ein Sproß mit laubigen Vorblättern — andere, niederblattartige mögen sich an der Basis der Sprosse, nahe dem Rhizom befinden, sind aber nicht erhalten —, in der des zweiten Vorblattes steht ein Sproß in voller Entwicklung. Das α-Vorblatt zeigt die gewöhnliche Orientierung, d. h. ist der Abstammungsachse zweiter Ordnung zugewandt, ein Verhalten, das ich im Gegensatz zu der seltenen Apotropie[2] als Epitropie bezeichnet habe.[3]

Soweit meine Beobachtungen an dem sehr dürftigen Material reichen, beruht die von Hemsley schon erwähnte Asymmetrie der Blätter darauf, daß z. B. bei einem nach links fallenden Vorblatt das rechte Foliolum gefördert ist und vice versa. Indessen scheint die Asymmetrie keineswegs auf die Vorblätter beschränkt zu sein, wo sie also im Sinne der Exotrophie in die Erscheinung tritt; vielmehr fand sie sich deutlich ausgeprägt an einem Laubsproß mit $^2/_5$-Stellung, wo die kathodische Seite gefördert war; ob immer, muß dahingestellt bleiben.

In Fig. 2 ist der Sproß $\mathfrak{R}_2 B_{d3}$ von hinten gesehen dargestellt; die wirkliche Größe des abgebildeten Stückes beträgt 20 *mm*.

Deutlicher als in Fig. 1 tritt hier die Verwachsung des fertilen Blattes, also von $B_{d3} \gamma_{ad}$, beziehungsweise $\Gamma_{ad4} \beta_d$ mit seinem Achselprodukt hervor, also die Rekauleszenz in dem von Karl Friedrich Schimper in seinen Münchener Vorlesungen eingeführten Sinne.

---

[1] Nach dem Vorgange von Eichler, Pfitzer u. a. in einer Reihe von Abhandlungen angewandt, die in diesen Sitzungsberichten 1901 bis 1916 erschienen sind.

[2] Rud. Wagner, Über die Sympodienbildung von *Octolepis Dinklagei* Gilg. Österr. Bot. Zeitschr., 1915, p. 304.

[3] Derselbe, Über die Sproßverkettung der *Crotalaria griquensis* Bolus. Sitzungsanzeiger der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien vom 10. Mai 1917; diese Sitzungsberichte, Abt. I, im Druck.

Ein Wort zu den Formeln. Die Willkür, mit der bei Figuren die Buchstaben gewählt werden, kontrastiert nur zu häufig mit der wissenschaftlichen Konsequenz des Textes; da scheint es mir angezeigt, auch hier von den Formeln Gebrauch zu machen, die ich in der österreichischen Fachliteratur und neuerdings auch in der reichsdeutschen angewandt habe. Soweit für unsere Figurenerklärungen nötig, besteht das Wesen dieser Bezeichnungsweise, gegen die meines Wissens kein Einwand erhoben worden ist, in folgendem:

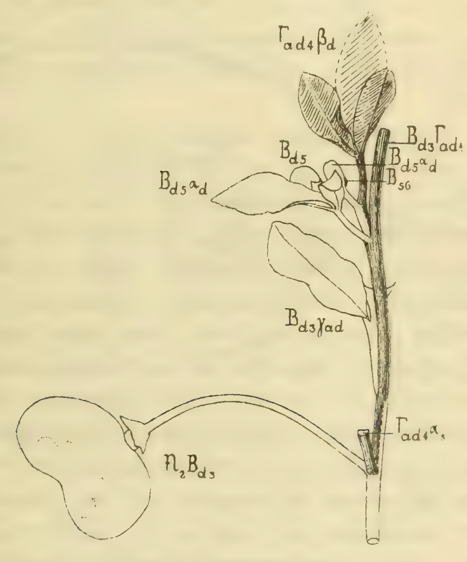


Fig. 2.

An Seitenachsen werden die Vorblätter mit α, β, die folgenden mit γ, δ usw. bezeichnet, wie das Karl Friedrich Schimper in seiner einstmals viel zitierten Schrift über *Symphytum Zeyheri* getan hat. Die Achselprodukte werden mit den entsprechenden großen griechischen Buchstaben bezeichnet. Fehlt die Basis einer Achse, so werden die kleinen deutschen Buchstaben, etwa 𝔪, 𝔫, 𝔯 usw., für die Blätter, die großen für deren Achselprodukte gewählt; in beiden Fällen ohne irgendwelche Rücksicht auf die morphologische Ausbildung der fraglichen Sprosse.

Da nun das α-Vorblatt nach links oder nach rechts fallen kann, so erhält es einen Richtungsindex in Gestalt der Buchstaben s (sinister), beziehungsweise d (dexter); fällt δ, also das vierte Blatt, nach hinten, also gegen die Abstammungsachse hin, so erscheint der Index p (posticum sc. folium). Analog bedeutet a anticus, also nach vorn fallend, und Γ_{ad} heißt also ein Sproß, der in der Achsel des dritten, schräg nach rechts vorn fallenden Blattes eines Seitensprosses steht, also eines Seitensprosses, dessen erstes Blatt nach rechts fällt.

Die (meist nur relativ feststellbaren) Nummern der Sproßgenerationen bilden die Generationsindices. Der Achselsproß hat somit immer einen um 1 höheren Generationsindex als sein Tragblatt.

In Fig. 1 fällt es auf, daß die beiden an der relativen Hauptachse, also an einem der oben erwähnten rutenförmigen Sprosse entspringenden Seitenachsen keinerlei Verwachsung zeigen; ebenso der Sproß $\mathfrak{N}_2 B_{d3}$; das Blatt $\mathfrak{N}_2 \gamma_{as}$ entbehrt eines entwickelten Achselproduktes; sollte die vorhandene Anlage nachträglich zur Entwicklung gelangen, so kommt keine der beiden Verwachsungsarten, also weder Rekauleszenz noch Konkauleszenz in Betracht, da die Bedingungen für beide Fälle nur dadurch gegeben sind, daß Blattbasis, beziehungsweise -achse noch nicht in Dauergewebe übergegangen sind, so daß die Zone intensiverer Meristemtätigkeit im ersteren Falle auf die Blattbasis, im zweiten auf die Achse überprüft und so zu Verwachsungen, also der in sehr verschiedenen, systematisch weit auseinander stehenden Familien immer

---

[1] Ich habe bei einer früheren Gelegenheit schon darauf hingewiesen, daß es sich in den Abbildungen nicht empfiehlt, die Formeln ganz auszuschreiben, da erfahrungsgemäß dadurch die Übersichtlichkeit notleidet. Bei nur wenig Übung wird man die zu einer Scheinachse gehörigen Ausdrücke aus den gekürzten Formeln mit Leichtigkeit ablesen. So lautet z. B. die Formel für die mit $\mathbf{B}_{s6}$ bezeichnete, teilweise verdeckte Frucht voll ausgeschrieben $\mathfrak{X}_1 \mathfrak{N}_2 \Delta_{p3} \mathbf{B}_{s4} \mathbf{B}_{d5} \mathbf{B}_{s6}$. Daß bei solchen Kürzungen gelegentlich die nämliche Formel zweimal vorkommt oder auch öfter, schadet der Übersichtlichkeit nicht, da beim Ablesen die Verfolgung des Sympodiums nötig ist. Immerhin wird man in solchen Fällen besser tun, die Kürzung nicht so weit zu treiben und etwa zu schreiben $\mathbf{B}_{d3} \alpha_d$ und $\Delta_{p3} \alpha_d$ anstatt zweimal α_{d3}, wie in Fig. 1 geschehen.

wieder erwähnten Fällen von Extraaxillarität führt; ein Ausdruck, der aus einer Zeit stammt, in welcher das Wesen des Vorganges noch lange nicht erfaßt war.

Gewöhnlich tritt die Rekauleszenz progressiv auf, so zwar, daß an monopodialen Achsen die höher inserierten Blätter weiter mit ihrem Achselprodukt verwachsen; mutatis mutandis bei Sympodien die Tragblätter der konsekutiven Sproßgenerationen. An den beiden *Psilopeganum*-Zweigen ist davon nichts

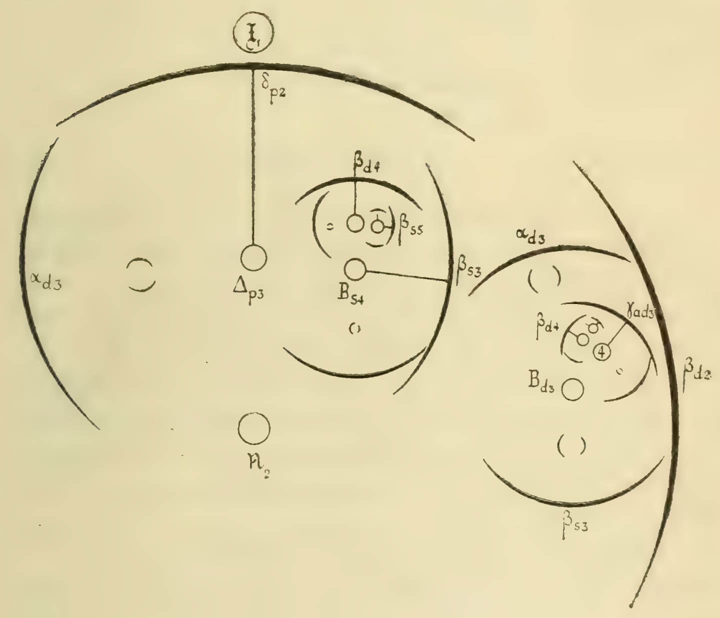


Fig. 3.

zu merken; im einen, dargestellten Falle möglicherweise nur deshalb nicht, weil eben $\mathfrak{N}_2\, \gamma_{as}$ kein Achselprodukt entwickelt hat. Dafür verwächst $\mathfrak{N}_2\, \delta_p$ fast auf 2 *cm*, dagegen kaum auf die Hälfte $\Delta_{p3}\, \beta_{s3}$ sowie $B_{s4}\, \beta_d$, dann $B_{d5}\, \beta_s$ wieder recht ausgiebig und das Verhalten von β_{s7} ist nicht mehr festzustellen, da das Sympodium hier abgebrochen ist.

Der vorliegende Sproß $\mathfrak{N}_2$ stellt also im wesentlichen ein Wickelsympodium dar, kompliziert durch zwei Momente: erstens die Rekauleszenz und zweitens das in dieser Weise

mir nirgends gegenwärtige Übergreifen der Meristemzone auf das Epipodium des Achselproduktes. Davon kann also keine Rede sein, daß wir es hier mit einer altertümlichen, primitiven Rubacee zu tun hätten, vielmehr ist *Psilopeganum sinense* Hemsl. zweifelsohne als eine recht abgeleitete Form zu betrachten.

Es fragt sich nun, wie wir uns das Verhalten der abgebrochenen Achse $\mathfrak{x}_1$ vorzustellen haben. Junge Triebe, durch Blütenstandsknospe abgeschlossen, sind an einem anderen Herbarexemplar erhalten. Betrachten wir zunächst die Formel von $\mathfrak{N}_2$

$$\mathfrak{x}_1 \mathfrak{N}_2 \begin{cases} B_{d3} \Gamma_{ad4} B_{d5} B_{s6} \ldots \\ (\Gamma_{as3}) \\ \Delta_{p3} B_{s4} B_{d5} B_{s6} B_{d7} \ldots, \end{cases}$$

so müssen wir bei Berücksichtigung der in Fig. 2 dargestellten Verhältnisse zu dem Schlusse kommen, daß oberhalb von B_{s6} noch eine Reihe von Blüten sichtbar waren, wohl B_{s12} oder gar eine höhere Generation. Mit größter Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß der Wickelcharakter erhalten bleibt, das Wickelsympodium theoretisch unbegrenzt sich weiter fortsetzt. Die Fähigkeit der α-Vorblätter, Achselprodukte zur Entwicklung zu bringen, dürfte mit steigendem Index abnehmen und schließlich erlöschen; doch kann nur das Experiment darüber sicheren Aufschluß geben.

Somit ist anzunehmen, daß oberhalb $\mathfrak{n}_1$ an $\mathfrak{x}_1$ sich zunächst noch ein oder einige Sprosse mit Δ_{p3} oder Γ_3 entwickeln, worauf $\mathfrak{t}_1$ in ein Wickelsympodium übergeht, unterhalb werden der Sekundanblüte in basipetaler Richtung fünf, sechs und mehr Laubblätter vorangehen, deren Achselprodukte eine analoge akropetale Verarmung erwarten lassen, sofern sie überhaupt zur Entwicklung gelangen.

Die Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Klasse erscheinen vom Jahre 1888 (Band XCVII) an in folgenden **vier** gesonderten **Abteilungen**, welche auch einzeln bezogen werden können:

Abteilung I. Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Krystallographie, Botanik, Physiologie der Pflanzen, Zoologie, Paläontologie, Geologie, Physischen Geographie und Reisen.

Abteilung II a. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Astronomie, Physik, Meteorologie und Mechanik.

Abteilung II b. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Chemie.

Abteilung III. Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie und Physiologie des Menschen und der Tiere sowie aus jenem der theoretischen Medizin.

Von jenen in den Sitzungsberichten enthaltenen Abhandlungen, zu deren Titel im Inhaltsverzeichnisse ein Preis beigesetzt ist, kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler (Wien, I., Rothenthurmstraße 25), zu dem angegebenen Preise bezogen werden.

Die dem Gebiete der Chemie und verwandter Teile anderer Wissenschaften angehörigen Abhandlungen werden auch in besonderen Heften unter dem Titel: »Monatshefte für Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften« herausgegeben. Der Pränumerationspreis für einen Jahrgang dieser Monatshefte beträgt 16 K.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Originalauszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlungen enthält, wird wie bisher acht Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 6 K.

Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse hat in ihrer Sitzung vom 11. März 1915 folgendes beschlossen:

Bestimmungen, betreffend die Veröffentlichung der in die Schriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie aufzunehmenden Abhandlungen an anderer Stelle (Auszug aus der Geschäftsordnung nebst Zusatzbestimmungen).

§ 43. Bereits an anderen Orten veröffentlichte Beobachtungen und Untersuchungen können in die Druckschriften der Akademie nicht aufgenommen werden.

Zusatz. Vorträge in wissenschaftlichen Versammlungen werden nicht als Vorveröffentlichungen angesehen, wenn darüber nur kurze Inhaltsangaben gedruckt werden, welche zwar die Ergebnisse der Untersuchung mitteilen, aber entweder kein Belegmaterial oder anderes Belegmaterial als jenes enthalten, welches in der der Akademie vorgelegten Abhandlung enthalten ist. Unter den gleichen Voraussetzungen gelten auch vorläufige Mitteilungen in anderen Zeitschriften nicht als Vorveröffentlichungen. Die Verfasser haben bei Einreichung einer Abhandlung von etwaigen derartigen Vorveröffentlichungen Mitteilung zu machen und sie beizulegen, falls sie bereits im Besitz von Sonderabdrücken oder Bürstenabzügen sind.

§ 51. Abhandlungen, für welche der Verfasser kein Honorar beansprucht, bleiben, auch wenn sie in die periodischen Druckschriften der Akademie aufgenommen sind, sein Eigentum und können von demselben auch anderwärts veröffentlicht werden.

Zusatz. Mit Rücksicht auf die Bestimmung des § 43 ist die Einreichung einer von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse für ihre periodischen Veröffentlichungen angenommenen Arbeit bei anderen Zeitschriften erst dann zulässig, wenn der Verfasser die Sonderabdrücke seiner Arbeit von der Akademie erhalten hat.

Anzeigernotizen sollen erst nach dem Erscheinen im Anzeiger bei anderen Zeitschriften eingereicht werden.

Bei der Veröffentlichung an anderer Stelle ist dann anzugeben, daß die Abhandlung aus den Schriften der Kaiserl. Akademie stammt.

Die Einreichung einer Abhandlung bei einer anderen Zeitschrift, welche denselben Inhalt in wesentlich geänderter und gekürzter Form mitteilt, ist unter der Bedingung, daß der Inhalt im Anzeiger der Akademie mitgeteilt wurde und daß die Abhandlung als »Auszug aus einer der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegten Abhandlung« bezeichnet wird, zulässig, sobald der Verfasser die Verständigung erhalten hat, daß seine Arbeit von der Akademie angenommen wurde. Von solchen ungekürzten oder gekürzten Veröffentlichungen an anderer Stelle hat der Verfasser ein Belegexemplar der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserl. Akademie einzusenden.

Für die Veröffentlichung einer von der Klasse angenommenen Abhandlung an anderer Stelle gelten jedoch folgende Einschränkungen:

1. Arbeiten, die in die Monatshefte für Chemie aufgenommen werden, dürfen in anderen chemischen Zeitschriften deutscher Sprache nicht (auch nicht auszugsweise) veröffentlicht werden;

2. Arbeiten, welche von der Akademie subventioniert wurden, dürfen nur mit Erlaubnis der Klasse anderweitig veröffentlicht werden;

3. Abhandlungen, für welche von der Akademie ein Honorar bezahlt wird, dürfen in anderen Zeitschriften nur in wesentlich veränderter und gekürzter Form veröffentlicht werden, außer wenn die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse zum unveränderten Abdruck ihre Einwilligung gibt.









